

**T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇOLAKLI (ELAZIĞ) Pb-Zn DAMARLARINDA
SIVI KAPANIM ÇALIŞMALARI**

Belgin AYDIN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Tez Yöneticisi

Prof. Dr. Ahmet ŞAŞMAZ

ELAZIĞ 2009

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇOLAKLI (ELAZIĞ) Pb-Zn DAMARLARINDA
SIVI KAPANIM ÇALIŞMALARI**

Belgin AYDIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez,...../...../.....tarihinde aşağıda belirtilen jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile başarılı/başarısız değerlendirilmiştir.

Danışman: Prof.Dr. Ahmet ŞAŞMAZ

Üye : Doç.Dr. Halil HASAR

Üye : Yrd.Doç.Dr. Bünyamin AKGÜL

Üye : Doç.Dr. Ubeyde İPEK

Üye : Yrd.Doç.Dr. Muharrem AKGÜL

Üye :

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun...../...../..... tarih veSayılı kararıyla onaylanmıştır.

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
ŞEKİLLER LİSTESİ	II
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	III
ÖZET.....	IV
ABSTRACT	V
TEŞEKKÜR.....	VI
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışmanın amacı ve yöntemi.....	1
1.2 Coğrafya.....	2
1.3 Önceki Çalışmalar.....	2
2. JEOLOJİ.....	5
2.1 Elazığ Magmatitleri.....	5
2.2 Kırkgeçit Formasyonu	10
3. YAPISAL JEOLOJİSİ.....	11
4. CEVHERLEŞMELER	12
5. CEVHER KİMYASI.....	19
6. SIVI KAPANIM ÇALIŞMALARI.....	22
6.1 Materyal ve Metod.....	22
6.2 Kapanımların Genel Özellikleri.....	23
7. SONUÇLAR ve TARTIŞMA	34
8. KAYNAKLAR	36

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Çalışma alanı jeolojik haritası	7
Şekil 2.2. Monzonitik kayalar içerisindeki biyotit feno kristalleri	8
Şekil 2.3. Zonlu plajiyoklaz, ortoklaz ve biyotitin görünümü	8
Şekil 2.4. Damar kayalarında gözlenen mirmekitik dokunun görünümü	9
Şekil 2.5. Turmalin (tr) içeren aplitik damar kayacın görünümü	9
Şekil 4.1. Çalışma alanındaki 3 nolu damarın arazideki görünümü.....	15
Şekil 4.2. Çalışma alanındaki 5 nolu damara ait yarmanın arazideki görünümü.....	15
Şekil 4.3. Galen, sfalerit ve frayberjitin mikroskoptaki görünümü	16
Şekil 4.4. Galen içerisinde gözlenen değişik büyüklükteki frayberjit ve sfalerit	16
Şekil 4.5. Galen (açık kısımlar)ve bükümmler halindeki barit (siyah) taneleri	17
Şekil 4.6. Kalkopirit (kp), tetrahedrit (tt) ve kovellin-kalkozin (kk) oluşumu	17
Şekil 4.7. Tetrahedritin (tt) çatlak ve kenarları boyunca oluşan kovellin-kalkozin ...	18
Şekil 5.1. Çolaklı Damarlarındaki bazı elementler arası korelasyon ilişkileri	21
Şekil 6.1. Tek fazlı (gaz) kapanımlar (Tip I).....	23
Şekil 6.2. İki fazlı öz şekilli kapanımlar (sıvı +gaz) kapanımlar (Tip II).....	24
Şekil 6.3. İki fazlı (sıvı +gaz) şekilsiz kapanımlar (Tip III).....	25
Şekil 6.4. İki fazlı (sıvı +gaz) ikincil kökenli kapanımlar ve necking down yapıları.....	25
Şekil 6.5. Sıvı kapanımlarda belirlenen homojenleşme sıcaklıklarına ait histogram.....	27
Şekil 6.6. Sıvı kapanımlarda belirlenen tuzluluk değerlerine ait histogram	28

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 4.1: Çalışma alanındaki cevherli damarların jeolojik ve mineralojik özellikleri	14
Tablo 5.1. Çolaklı cevherleşmelerine ait örneklerin kimyasal analiz sonuçları	20
Tablo 5.2. Çolaklı cevherleşmelerine ait elementlerin korelasyon ilişkileri	21
Tablo 6.1. Çolaklı Pb-Zn damarlarına ait sıvı kapanımlarda homojenleşme sıcaklığı, son buz ergime sıcaklığı ve tuzluluk değerleri	26

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÇOLAKLI (ELAZIĞ) Pb-Zn DAMARLARINDA SIVI KAPANIM ÇALIŞMALARI

Belgin AYDIN

Fırat Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

2009, 40 sayfa

Çolaklı (Elazığ) Pb-Zn cevherleşmeleri, Elazığ'ın kuzeyinde yer almaktadır. Cevherleşmeler, Koniasiyen-Kampaniyen yaşlı Elazığ Magmatitleri'ne ait diyoritik kayalar içerisinde, kırık zonlarına yerleşmiş damarlar halinde bulunmaktadır. Bu damarlar genelde K 10-60° B doğrultuya ve düşeye yakın eğimlere sahip olup, kalınlıkları 0.5 - 3.5 m., uzunlukları ise 250 m ile 800 m arasında değişmektedir. Çolaklı damarlarında gözlenen cevher mineralleri galen, sfalerit, frayberjit, pirit, kalkopirit, kübanit, tetraedrit ve barittir. Bu mineraller, karbonat ve kuvars içerisinde masif veya saçınımlı olarak bulunmaktadır.

Yöredeki cevherli damarlara ait kuvarslar üzerinde sıvı kapanım çalışmaları yapılmıştır. Birincil ve ikincil sıvı kapanımlarda homojenleşme sıcaklığı ve tuzluluk değerleri saptanmıştır. Kapanımlar genelde sıvı ve gazdan oluşan iki fazlıdır, bu kapanımlar 150 °C ile 286 °C arasında homojenleşme sıcaklığı ve % 0.7-5.7 arasında NaCl eşdeğeri tuzluluğa sahiptir. Sıvı kapanım çalışmaları, yöredeki cevherleşmelerin düşük sıcaklık ve düşük tuzluluğa sahip hidrotermal çözeltiler tarafından oluşturulduğunu göstermiştir.

ABSTRACT

Master Thesis

Fluid Inclusion Studies on Çolaklı (ELAZIĞ) Pb-Zn Veins

Belgin AYDIN

Fırat University,

Department of Geological Engineering

2009, 40 pages

Çolaklı-Elazığ mineralizations occur as vein type fillings in the fracture zones of diorite rocks of Coniacian-Campanian Elazığ magmatites. The veins strike N10-60° W and dip vertically. They extend between 250-800 meters and their thicknesses vary between 0.5-3.5 meters on the surface. The ore mineral assemblages of the veins are galena, freibergite, pyrite, cubanite, chalcopyrite, tetrahedrite, barite and secondary minerals derived there. The ore is massive or disseminated within the carbonate minerals and quartz.

Fluid inclusion studies were investigated on quartz within ore veins. Homogenization temperatures and salinity values on primary and secondary fluid inclusions of quartz determined. Fluid inclusions are with two phase containing from liquid and gas. These inclusions have homogenization temperatures between 150 and 286 °C and salinity values between 0.7 and 5.7 wt. % NaCl equiv. Fluid inclusion studies showed that Colaklı mineralization is occurred by hydrothermal solutions having to low temperature and salinity within veins.

TEŞEKKÜR

‘Çolaklı (Harput) Pb-Zn damarlarında Sıvı Kapanım çalışmaları’ Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Maden Yatakları-Jeokimya Bilim dalında 2006-2009 yılları arasında yüksek lisans tez çalışması olarak hazırlanmıştır.

Bu tez çalışmasının hazırlanmasında değerli katkı ve önerileri ile beni yönlendiren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ahmet ŞAŞMAZ’a içtenlikle teşekkür ederim.

Yine bu çalışmanın her aşamasında değerli yardım ve katkılarını esirgemeyen beni yönlendiren Sayın Yrd.Doç. Dr. Leyla KALENDER’e teşekkür ederim.

İnce ve parlak kesitlerin hazırlanması sırasındaki yardımlarından dolayı bölümümüz ince kesit teknisyeni Fuat İSTEK’e teşekkür ederim.

Ayrıca tez çalışması sırasındaki sabır ve emeği için eşim Akın YILDIRIM’a teşekkür ederim.

1.GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı ve Yöntemi

"Çolaklı (Harput-Elazığ) Pb-Zn Damarlarında Sıvı Kapanım Çalışmaları " konulu bu çalışma, 2008 – 2009 yıllarında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans çalışması olarak hazırlanmıştır. Bu çalışma kapsamında, Çolaklı Pb-Zn damarlarının farklı seviyelerinden çok sayıda sıvı kapanım çalışması yapmak amacıyla kuvarslı örnekler toplanmıştır. Bu örneklerden ince ve parlak kesitler yapılmış, bu kesitler hem polarize hem de maden mikroskobunda petrografik olarak incelenmiştir. Bu örneklerde sıvı kapanım gözlenen kuvarslardaki kapanımların, homojenleşme sıcaklıkları ve tuzluluk ölçümleri yapılmak üzere analize gönderilmiştir. Bilindiği gibi, sıvı kapanım çalışmaları sonucunda söz konusu cevherleşmeleri oluşturan sıvıların fizikokimyasal özellikleri ile cevherleşme ortamının jeokimyasal özellikleri hakkında bilgi vermektedir.

Çalışma alanı yaklaşık 20 km² ' lik bir alan kaplamaktadır ve bölgeye ait jeolojik veriler daha önceki yıllarda bölgede çalışmalar yapan Şaşmaz ve Sağıroğlu (1999) ile Sağıroğlu ve Şaşmaz (2004)' ün verileri kullanılmıştır. Bu çalışmada, 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası kullanılarak, bölgedeki kayaçların litolojik ve petrografik özellikleri ile yörede gözlenen cevherli damarların konum ve özellikleri incelenmiş, fotoğrafları çekilmiş, her cevherli zona ait cevher ve yan kayaç örnekleri toplanmış, bunların ince-parlak kesitleri yapılmış, mikroskopta incelenerek, cevherleşmelerin mineral parajenezi saptanmıştır. Yörede gözlenen damarlardan çok sayıda sıvı kapanım amaçlı örnekler derlenmiştir. Bunlar sıvı kapanım için analize gönderilmiştir. Sıvı kapanım analiz sonuçları ise daha önceki yıllarda bölgede cevherleşme üzerine çalışmalar yapan araştırmacılar çalışmaları ışığında yeniden yorumlanmıştır.

1.2. Coğrafya

İnceleme alanı Elazığ ili 20 km. kuzeyinde, Harput nahiyesine bağlı Çolaklı köyü kuzeyinde yer almaktadır. Çalışma alanı 1/25.000 ölçekli K42 b4 paftası içerisinde bulunmakta ve yaklaşık 20 km² 'lik bir alan kaplamaktadır. Yöreye ulaşım Elazığ'dan asfalt ve stabilize yollarla olmaktadır (10 km asfalt 10 km stabilize).

İnceleme alanı kuzeyinden Keban Baraj Gölü ile sınırlanmıştır. Boğaz T. (1065 m.), Mortepe (965 m.) ve Deveboynu T. (1127 m.) yörenin belli başlı yükseltilerini oluşturmaktadır. Bölgede iki önemli dere bulunmaktadır. Bunlar Kurt Dere ve Hişmanlar Dere'sidir. Bu dereler sularını Keban Baraj Gölüne boşaltmaktadır. Çalışma alanı bitki örtüsü bakımından oldukça fakirdir. Ancak su bulunan arazilerde meyve bahçeleri ve söğüt ağaçları bulunmaktadır.

Tipik karasal iklimin hüküm sürdüğü yörede kışlar soğuk, yazlar ise oldukça sıcak geçmektedir. Bölgedeki Ocak ayı sıcaklık ortalaması 2.7, Temmuz ayı sıcaklık ortalaması ise 28.4 °C olarak saptanmıştır. Yıllık yağış ortalaması ise 425 mm.dir.

1.3. Önceki Çalışmalar

Bölgede 1946 yılından beri çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların çoğu bölgesel ölçekte olup, yörenin genel jeolojisi, magmatik kayaların petrografisi ve petrolojisi, yöredeki cevherleşmelerin mineralojik ve jeokimyasal özellikleri ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Yöredeki cevherli damarlar üzerinde ise herhangi bir sıvı kapanım çalışması yapılmamıştır. Sadece Harput kuzeyindeki Elazığ Magmatitleri içerisindeki özellikle Kızıldağ yöresindeki kuvars damarlarına ait örnekler üzerinde sıvı kapanım çalışmaları Kışman (2007) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çolaklı Pb-Zn damarları üzerinde herhangi bir sıvı kapanım çalışması yapılmamıştır.

Bölgede ilk çalışmayı yapan Ketin (1946), Elazığ-Palu-Pertek yöresinde yaptığı çalışmada, magmatik faaliyetleri Eosen öncesi ve Eosen sonrası olmak üzere iki kısımda incelenmiştir

Yazgan (1984), Malatya-Elazığ arasında bulunan Doğu Toros Orojenik kuşağı boyunca, Üst Kretase ve Orta Eosen yaşlı iki dizge içerisinde etkin bir kıta kenarında oluşan denizaltı volkanitleri ve bunların derinlik ve yarı derinlik karşılıkları olan kayaçları incelemiştir. Yazar 1983 yılında Doğu Toros bölgesinin jeodinamik evrimini inceleyerek, plaka tektoniği çerçevesinde söz konusu bölgeyi yapısal ve petrolojik özelliklere dayanarak 7 temel tektonik birliğe ayırmıştır.

Bingöl (1984), Elazığ-Pertek ve Kovancılar yörelerinde yaptığı çalışmalarda, Elazığ Magmatitleri'nin petrografik ve petrolojik özelliklerini inceleyerek, karmaşığın jeotektonik konumu ile Keban metamorfitleriyle olan ilişkisini tartışmıştır. Yazar Elazığ çevresindeki Elazığ Magmatitleri'ni tabandan tavana doğru dört birime ayırmış ve bunların aktif bir kıta kenarı ürünleri olarak yorumlamıştır.

Avşar (1983), Elazığ kuzeybatısında Tersiyer mikrofaunasını incelemiş, Kırkgeçit Formasyonunun içerdiği foraminifer türlerinin determinasyonunu yapmıştır. Yazar yaptığı çalışmalarda yörede Orta-Üst Eosenin geniş bir yayılım sunduğunu ve Kırkgeçit Formasyonunun Orta Eosen'de çökelmeye başladığını belirtmiştir.

Sağiroğlu (1986) Kızıldağ (Elazığ) yöresindeki cevherleşmelerin özellikleri ve kökenini inceleyerek, buradaki cevherleşmelerin Yüksekova Karmaşığı içerisinde K-G doğrultulu kuvvetlerin etkisi altında ve D-B doğrultulu faylara bağlı olarak geliştiğini belirterek, bu cevherleşmelerin dokusunu, mineral topluluğunu ve oluşumu ile ilgili çalışmalar yapmış ve cevherleşmeye neden olan fayların Koniasiyen-Orta Eosen yaş aralığında oluşabileceğini savunmuştur.

Sağıroğlu ve Preston (1987), Kızıldağ çevresinde gözlenen cevherleşmelerdeki fahlers grubu mineraller üzerinde mikroprop çalışmalar yapmıştır.

şaşmaz ve Sağıroğlu (1990), Billurik dere çevresindeki cevherleşmeleri  kısımda incelemiştir. Bu cevherleşmelerin çekme gerilmesine bağlı olarak damar ve kontakt tipte geliştiğini ve bu cevherleşmelerin Keban metamorfitlerinin Yüksekova karmaşığı üzerine bindirmesi sırasında oluştuğunu belirtmiştir.

İnceöz (1995), alışma alanını da içine alan bölgenin stratigrafisi ve tektoniğini inceleyerek, yörenin jeotektonik evrimi ile ilgili modeller geliştirmiştir.

olaklı cevherleşmeleri Koniasiyen- Kampaniyen yaşlı Elazığ Magmatitlerine ait diyoritik kayalar içerisinde, kırık zonlarına yerleşmiş damarlar halinde bulunmaktadır (şaşmaz ve Sağıroğlu, 1999; Sağıroğlu ve şaşmaz, 2004). Bu damarlar genelde K 10-60° B doğrultuya ve düşeye yakın eğimlere sahip olup, kalınlıkları 0.5 - 3.5 m., uzunlukları ise 250 m ile 800 m arasında değişmektedir. Damarlar ve çevresinde silileşme, karbonatlaşma ve kaolenleşme gibi yaygın alterasyonlar izlenmektedir. Damarların cevher mineralleri galen, sfalerit, frayberjit, pirit, kalkopirit, kübanit, tetraedrit, barit ve bunlardan türemiş sekonder minerallerdir. Bu cevher mineralleri damar içerisinde masif veya saçınımlı olarak bulunmaktadır. Cevherli örneklerin kimyasal analiz sonuçları buradaki cevherleşmelerin Pb, Ag, Zn ve Sb açısından önemli olabileceğini göstermiştir. Ag galen içerisinde kapanımlar halinde bulunan frayberjitin yapısındadır ve bu durum Pb-Ag, Cu-Sb, Ag-Sb korelasyon katsayılarının oldukça yüksek olmasıyla da açıkça gözlenmektedir.

2. JEOLJİ

Bölgede iki farklı litolojik topluluk yer almaktadır (Şekil 2.1). Bunlar Koniasiyen-Kampaniyen yaşlı Elazığ Magmatitleri ile Orta-Üst Eosen yaşlı Kırkgeçit Formasyonudur.

2.1. Elazığ Magmatitleri

Birim, granit, granodiyorit, diyorit ve monzodiyorit bileşimli derinlik kayaçları ile bunların damar ve yüzey bileşenlerinden oluşmaktadır (Şaşmaz ve Sağıroğlu, 1999). Elazığ magmatitlerinin kapsadığı alanlarda yer yer volkanik ve volkano-sedimanter birimler de yer almaktadır. Elazığ Magmatitleri çalışma alanında iki farklı kısım altında incelenmiş ve haritalanmıştır (Şekil 2.1).

Bazaltik kayaçlar

Çalışma alanının batı kısmında Deveboynu sırtında gözlenmekte olup (Şekil 2.1), çalışma alanı dışında geniş alanlar kaplamaktadır. Bazaltik kayaçlar çok ince taneli ve koyu renkli olması nedeniyle diyoritik kayaçlardan kolaylıkla ayrılmaktadır. Bu birim daha sonra bölgeye yerleşen diyorit ve granitik kayaçlar tarafından kesilmiştir. Bu kayaçların yerleşmesi sırasında bazaltik kayaçlar yoğun olarak tektonizma ve alterasyona uğramıştır. Mikroskopik olarak kayaç aşırı derecede ayrışmış plajiyoklas ve amfibollerden oluşmaktadır. Kayaçta yer yer porfirik ve camı dokular gözlenmektedir (Şaşmaz ve Sağıroğlu, 1999).

Diyoritik Kayaçlar

Çalışma alanında geniş alanlar kaplayan diyoritik kayaçlar Mortepe, Boğaz tepe, Kamışlık mevkii ve Çolaklı köyü kuzeyinde gözlenmektedir (Şekil 2.1). Birim arazide yüzeysel alterasyondan aşırı derecede etkilenecek şekilde agregalaşmış, yer yer killeşmiştir. Bu

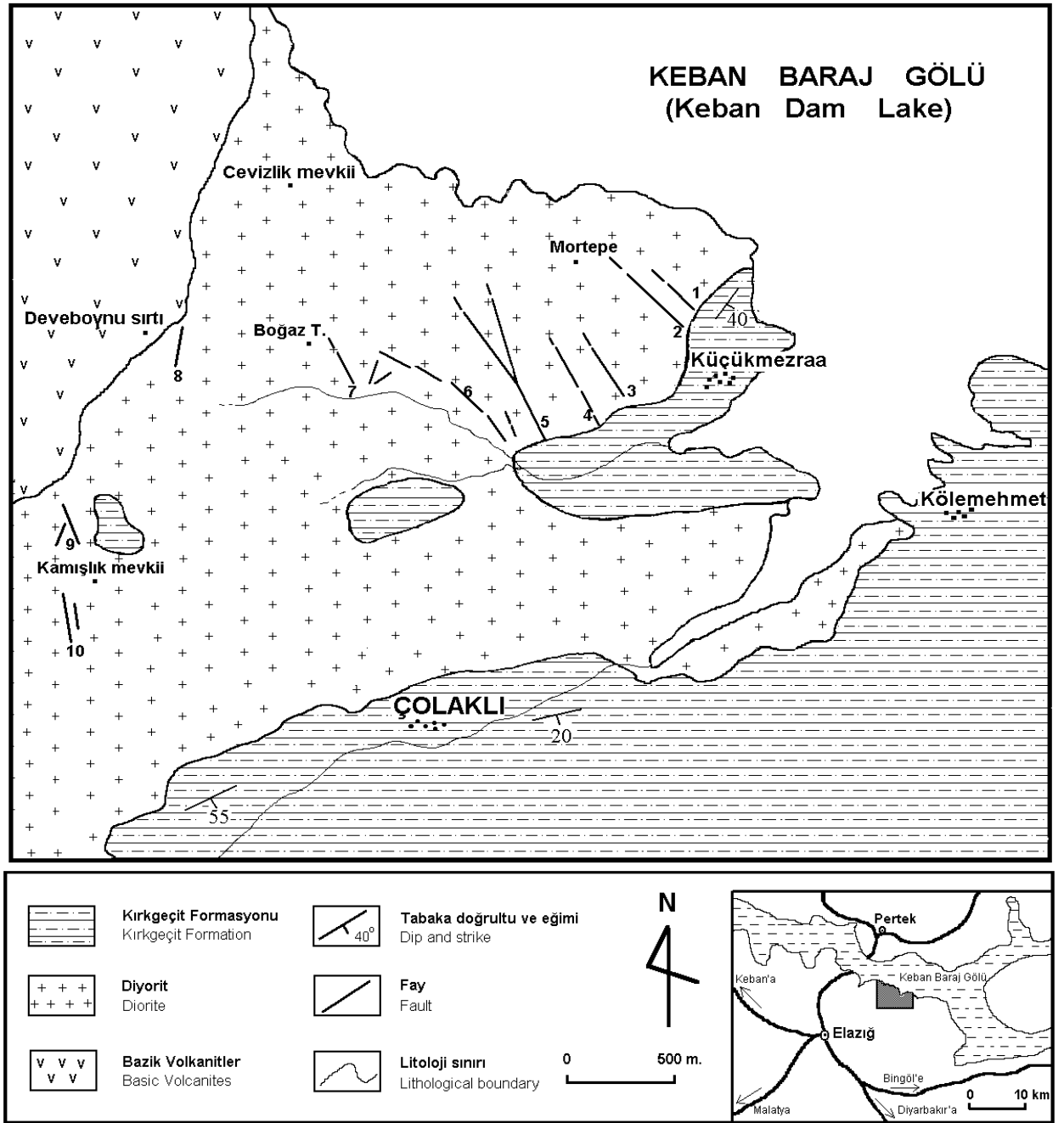
alterasyon derinlere doğru oldukça fazla etkili olmuştur. Alterasyonun da etkisi ile arazide gri rengi ile diğer birimlerden kolaylıkla ayrılmaktadır. Diyoritik kayalar oldukça iri kristalli minerallerden meydana gelmiştir. Özellikle 1-2 cm. büyüklüğe sahip özşekilli biyotitler arazide makroskopik olarak hemen görülebilmektedir (Şekil 2.2).

Diyoritik kayalar mikroskopta modal olarak incelendiğinde % 65-70 plajiyoklas, %15-20 hornblend ve % 10 civarında da biyotitten oluşmaktadır. Bu minerallerin yanında yaklaşık % 5'e yakın kuvars ve ortoklas da gözlenmektedir. Plajiyoklaslar iri kristalli, yer yer karbonatlaşmış ve killeşmiş, bazen de zonlu yapıda izlenmektedir (Şekil 2.3). Hornblend iki ve üç yönlü dilinimleri, kuvvetli kahverengimsi pleokrizması ile diğer minerallerden kolaylıkla ayrılmaktadır. Biyotit tabuler ve hegzogonal şekilli, iki yönlü dilinimi ve kuvvetli pleokrizması

ile kolaylıkla tanınmaktadır. Bunların yanında az oranda da kuvars ve ortoklas yer almaktadır ve daha küçük taneler halinde gözlenmektedir. Ortoklas çoğunlukla serisitleşmiştir. Diyoritik kayalar genellikle taneli doku, bazen de özellikle damarlardan alınan örneklerde son fazların belirteci olan mirmekitik doku sıkça gözlenmektedir (Şekil 2.4).

Çalışma alanındaki diyoritik kayaları kesen çeşitli damarlar yer almaktadır. Bunlar genellikle KB-GD doğrultulu hatlara yerleşmiştir. Bu damarlar apilit ve lamprofir bileşimli damar kayaları veya kuvars, karbonat ve sülfürlü minerallerden oluşmaktadır. Özellikle apilitler yaygın olarak turmalin içermektedir (Şekil 2.5). Lamprofirler ise plajiyoklas ve hornblend minerallerinden oluşmaktadır.

Elazığ Magmatitleri Koniasiyen-Kampaniyen yaşlı yay magmatizması ürünü kayalardan oluşmaktadır. Bu kayalar kısmen okyanusal kabuk, kısmen de kalın olmayan kıtasal kabuk üzerinde gelişmiştir (Yazgan, 1984; Bingöl, 1984; Akgül, 1993).



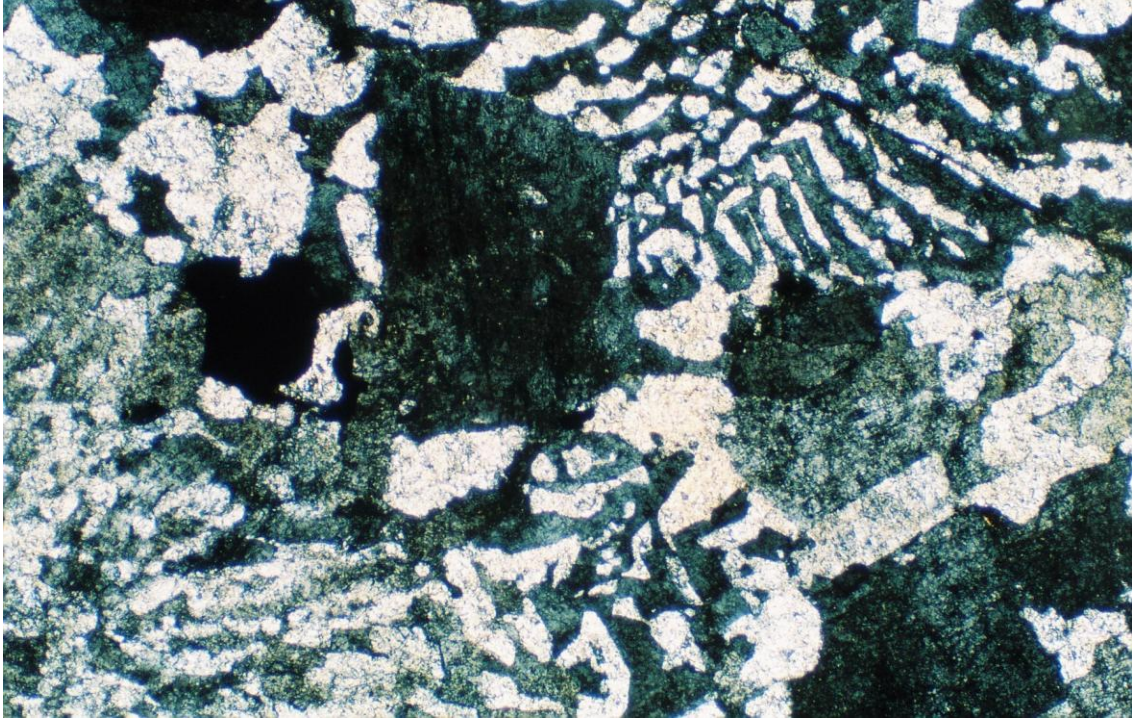
Şekil 2.1: Çalışma alanı jeoloji haritası (Şaşmaz ve Sağiroğlu, 1999'dan).



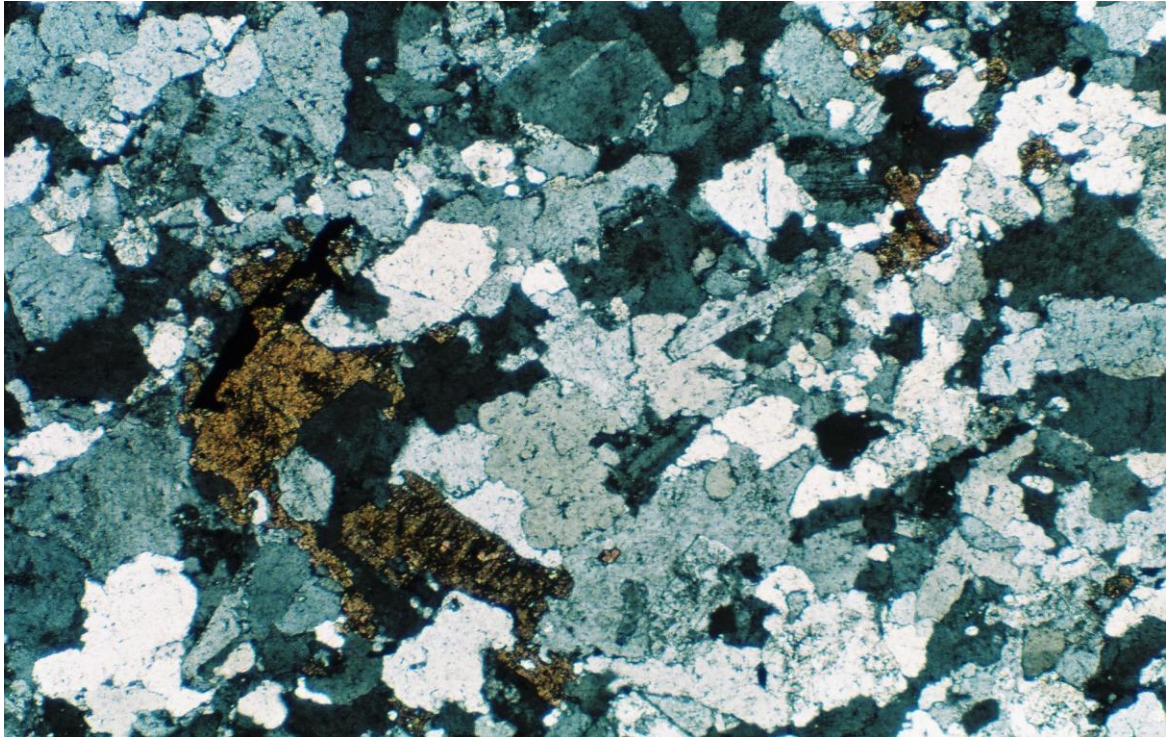
Şekil 2.2. Monzonitik kayaçlar içerisindeki biyotit feno kristalleri.



Şekil 2.3. Zonlu plajiyoklaz (Plj), ortoklaz (Ort) ve biyotitin (by) görünümü (Ç. N. x 32).



Şekil 2.4. Damar kayaçlarında gözlenen mirmekitik dokunun görünümü (Ç. N. x 32).



Şekil 2.5. Turmalin (tr) içeren aplitik damar kayacın görünümü (Ç. N. x 32).

2.2. Kırkgeçit Formasyonu

Çalışma alanı doğu ve kuzeyinde yer alan birim Küçükmezra ve Çolaklı köyü güney ve doğusunda gözlenmektedir ve Elazığ Magmatitleri üzerine uyumsuzlukla gelmektedir. Tabanda çakıltası ve kumtaşı serileriyle başlamakta, yukarıya doğru kireçtaşları ve marnlara geçmektedir. Genellikle tabakalaşma gösteren bu birim 20-55° güneydoğuya doğru eğimlidir. Yörede çalışmalar yapan Avşar (1983) birim içerisinde bulduğu fosillere dayanarak, birime Orta-Üst Eosen yaşını vermiştir.

3. YAPISAL JEOLJİ

Yörede 1966 yılından beri değişik amaçla yapılan çalışmaların çoğunda bölgenin Üst Kretase' den günümüze kadar K-G yönlü bir sıkışmanın etkisiyle, bölgede büyük ve küçük ölçekte bir takım jeolojik olay ve yapıların oluştuğu belirtilmiştir. Yöredeki magmatik faaliyetler, çeşitli bindirmeler ve doğrultu atımlı büyük faylar bunların başlıklarındandır (Şengör ve Yılmaz, 1983; Yazgan, 1984; Aktaş ve Robertson, 1984; Tatar, 1987; Turan vd., 1993; Aksoy, 1994).

Çalışma alanındaki Elazığ Magmatitleri içerisinde birçok kırıklı yapı ile Kırkgeçit Formasyonu içerisinde tabakalı ve kıvrımlı yapılar gözlenmektedir. Elazığ Magmatitleri içerisindeki kırıklar daha çok genleşme tektoniğine bağlı olarak oluşmuş yapılardır. Bunların uzanımları 250-800 m. civarında olup, birbirine paralel şekilde uzanmaktadır. Bu kırıkların doğrultusu K 10-60° B, eğimleri ise düşey veya düşeye yakındır. Bu kırıkları zaman zaman verevine kesen kırıklar da bulunmaktadır. Bunlar doğrultuları ise KD-GB şeklindedir. Bu kırıkların içerisi aplitik ve lamprofirik damar kayaçları ile cevher içeren kuvars ve karbonatlar tarafından doldurulmuştur.

Bölgede, Billurik Dere cevherli kırıkları KD-GB ve K-G (Şaşmaz ve Sağıroğlu, 1990), Kızıldağ KD-GB (Sağıroğlu, 1986), Çolaklı kırıkları ise genellikle KB-GD doğrultularına sahiptir. Yörede yapılan çalışmalar, Orta-Üst Eosen yaşlı Kırkgeçit Formasyonu'nun bu kırık ve faylanmalardan kesinlikle etkilenmediğini göstermektedir, dolayısıyla bu kırıklar Üst Kretase- Eosen yaş aralığında oluşmuş olması gerekir. Yörede tektonik amaçlı çalışmalar yapan Tatar (1987) ve İnceöz (1995) bu kırıkların Üst Kretase' den beri süregelen K-G ve KB-GD doğrultulu sıkışma gerilmesi sonucu oluştuklarını belirtmişlerdir.

4. CEVHERLEŞMELER

Çolaklı (Elazığ) köyü kuzeyindeki cevherleşmeler, Elazığ Magmatitleri olarak bilinen ve ince bir kıtasal kabuk üzerinde gelişmiş ada yayı mağmatik kayaçlar içerisinde yer almaktadır. Elazığ çevresinde çok geniş yüzeylemeler vermekte olan bu kayaçlar içerisinde, farklı bölgelerde birçok cevherleşmeler gözlenmektedir. Bunlar; Kızıldağ çevresi (Sağiroğlu, 1986), Billurik dere (Şaşmaz ve Sağiroğlu, 1990), Baskil-Topalkem (Türkyılmaz ve Şaşmaz, 1999), Nazaruşağı-Baskil (Gerçek, 1996), Baskil kuvars damarları (Bölücek ve Sağiroğlu, 1997), Piran köyü güneyi (Keban) (Akgül ve Şaşmaz, 1996), Oymaağaç-Elazığ (Altunbey ve Bölücek, 2004), İspendere-Kız Mehmet-Malatya (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994), Harput çevresindeki damarlardır (Kalender ve Bölücek, 2007). Bu cevherleşmeler çoğunlukla Piran hariç damar tipinde gelişmiştir ve Pb, Zn, Cu, As, Bi, Ag ve Au açısından önemli olabilecek potansiyellere sahiptir.

Daha önce belirtildiği gibi, bölge Üst Kretase'den başlayarak sıkışma gerilmelerinin etkisinde kalmış ve yörede daha çok kırıklı yapılar gelişmiştir. Bu kırık zonlarına aplit ve lamprofir gibi damar kayaçları veya kuvarslı, karbonatlı sülfür cevherleşmeler doldurmuştur. Çolaklı cevherleşmelerinden Küçükmezra batısındaki damarlar K 35-60⁰ B, Kamışlık çevresindekiler ise K 10-20⁰ B doğrultulu kırık zonlarına yerleşmiştir (Şekil 2.1). Ancak bu damarları KD-GB doğrultusunda verevine kesen küçük damarcıklar gözlenmektedir. Bu damarların eğimleri düşey veya düşeye yakındır. Çalışma alanında önemli sayılabilecek az çok birbirine paralel olarak uzanan on adet cevherli damar bulunmaktadır (Şekil 2.1, 4.1, 4.2, 4.3). Bunların görünüş uzunlukları 250 ile 800 m. arasında değişmektedir. Bu damarların kalınlıkları 0.5 m. ile 3.5 m. arasında olup, ortalama kalınlık 2.5-3 m. arasında değişmektedir. Belirtilen bu damarların dışında, özellikle Kamışlık mevkiinde çok sayıda görünür uzunluğu kısa olan, birçok damar daha bulunmaktadır. Bunlar Küçükmezra batısındaki damarlarla benzer litolojik,

dokusal ve mineralojik özelliklere sahiptir. Çolaklı köyünün hemen kuzeyindeki diyoritik kayalar aşırı derecede altere olmuş ve topraklaşmıştır. Bu nedenle buralarda bulunabilecek cevherli damarlar ince bir toprak örtüsü tarafından örtülmüş olmalıdır. Cevherli damarlar ana kaya içerisinde zaman zaman silisleşme, killeşme ve karbonatlaşmanın etkisiyle gri ve beyaz, bazen de oksitlenme ve limonitleşmenin de artmasıyla açık sarı ile koyu kahverengi renklerde gözlenmektedir. Bölgedeki cevherleşmelerde başlıca galen, sfalerit, pirit, kalkopirit, kübanit, frayberjit, tetrahedrit, kovellin-kalkozin ve barit mineralleri gözlenmektedir (Şaşmaz ve Sağıroğlu, 1999; Sağıroğlu ve Şaşmaz, 2004).

Galen, yöredeki damarlarda en baskın bulunan cevher mineralidir. Galenin içerisinde genellikle sfalerit kapantı, frayberjit ise ayrılım halinde gözlenmektedir (Şekil 4.4, 4.5 ve 4.6). Galen cevherli damarlarda gang içerisinde saçınımlı (iri kristalli), ağsı ve masif (ince taneli) halde izlenmektedir. Ancak en yaygın olanı masif ve ağsı yapıda olanlarıdır.

Frayberjit ((Cu,Fe,Ag,Sb,As)S), sadece galen içerisinde serbest taneler ve kurtçuklar halinde gözlenmektedir. Tane boyu birkaç mikrondan 250-300 mikrona kadar ulaşmaktadır. Frayberjit galene göre krem-kahverengi rengi ve ona göre daha sert oluşu ile ayrılmaktadır (Şekil 4.4 ve 4.5).

Sfalerit, genellikle küçük, bazen de iri taneler halinde gözlenmektedir ve çoğunlukla galen tarafından çevrelenmektedir (Şekil 4.4). Demir içeriklerinin az olması nedeniyle yansıma renkleri çok düşüktür ve kalkopirit ayrılımı hiç içermemektedir.

Pirit ve kalkopirit ise sadece bir kaç damarda gözlenmektedir (Şekil 4.7). Yüzeysel alterasyondan aşırı derecede etkilenerek kovellin ve kalkozin ile limonite dönüşmüştür.

Kübanit genellikle kalkopirit ile beraber bulunmakta olup, anizotropik özelliği ve renginin kalkopiritten farklı oluşuyla ayrılmaktadır (Şekil 4.7).

Tetrahedrit, galen ve kalkopiritli zonlarda görülmektedir (Şekil 4.7 ve 4.8).

Genellikle kenar ve çatlakları boyunca kovellin-kalkozine dönüşmüştür.

Barit, yöredeki cevherleşmelerde çubuk ve kümeler halinde gözlenmektedir. Bazen kendi içerisinde bükümler yapmaktadır. Özellikle galen ve gang içerisinde 0.5- 1 cm. büyüklüğünde uzun çubuklar oluşturmaktadır (Şekil 4.6) (Sağiroğlu ve Şaşmaz, 2004).

Tablo 4.1: Çalışma alanındaki cevherli damarların jeolojik ve mineralojik özellikleri (Şaşmaz ve Sağiroğlu, 2004).

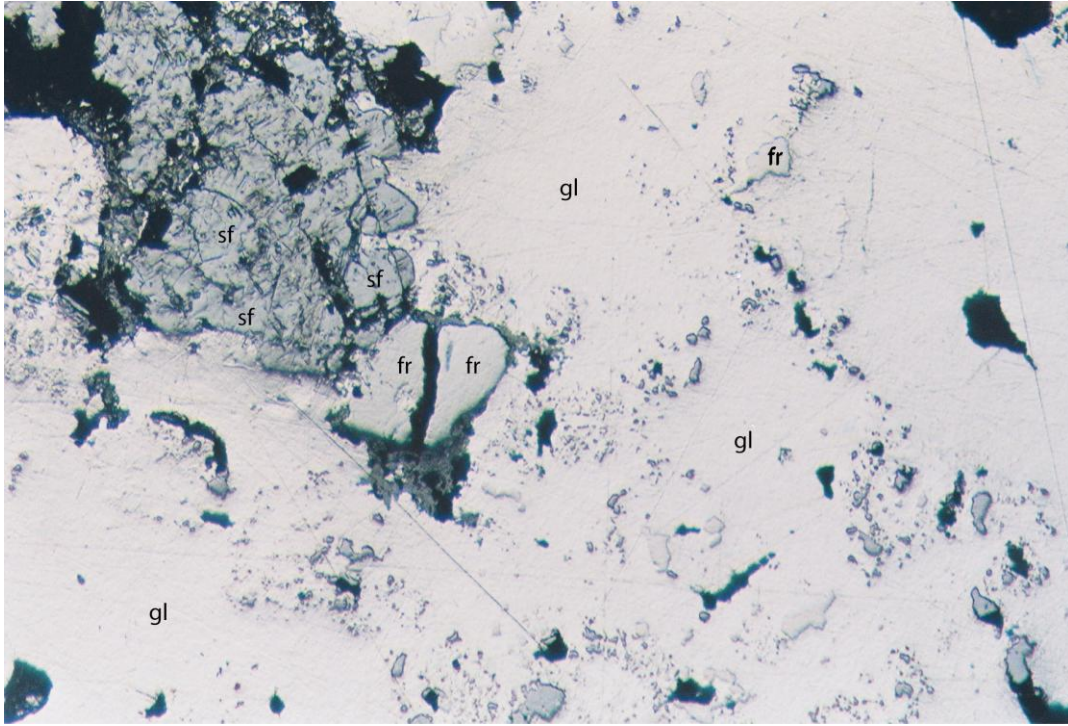
Damar no	Duruşu	Cevher min.	Gang min.	Kalınlık	Uzunluk
1	K 50 B	Galen	Kalsit	20-25 cm.	80-100 m.
2	K 50 B	Galen, sfalerit, kalkopirit	Kuvars, kalsit, siderit	40- 50 cm	250-300 m.
3	K 35 B	Galen, sfalerit	kalsit, rodokrozit	15-120 cm	200-250 m.
4	K 30 B	Galen	Kuvars, barit	50-200cm	250-300 m.
5	K 28 B	Galen, sfalerit, frayberjit, tetraedrit	Kalsit, barit, kaolen	50-350 cm	750-800 m.
6	K 65 B	Galen, sfalerit, kalkopirit, kübanit, frayberjit, tetraedrit	Kalsit, siderit, rodokrozit, kaolen, barit	50-100 cm.	650-700 m.
7	K 35 B	Kalkopirit, pirit, galen	Kuvars, kalsit	25-100 cm.	100-120 m.
8	K 15 D	Galen, sfalerit	Kalsit, barit	25-30 cm	15-20 m.
9	K25 B	Galen, kalkopirit, sfalerit	Kalsit, siderit, kaolen	15-20 cm.	25-30 m.
10	K 10 B	Galen, kalkopirit	Kaolen, kalsit, kuvars	80-100 cm	150-200 m.



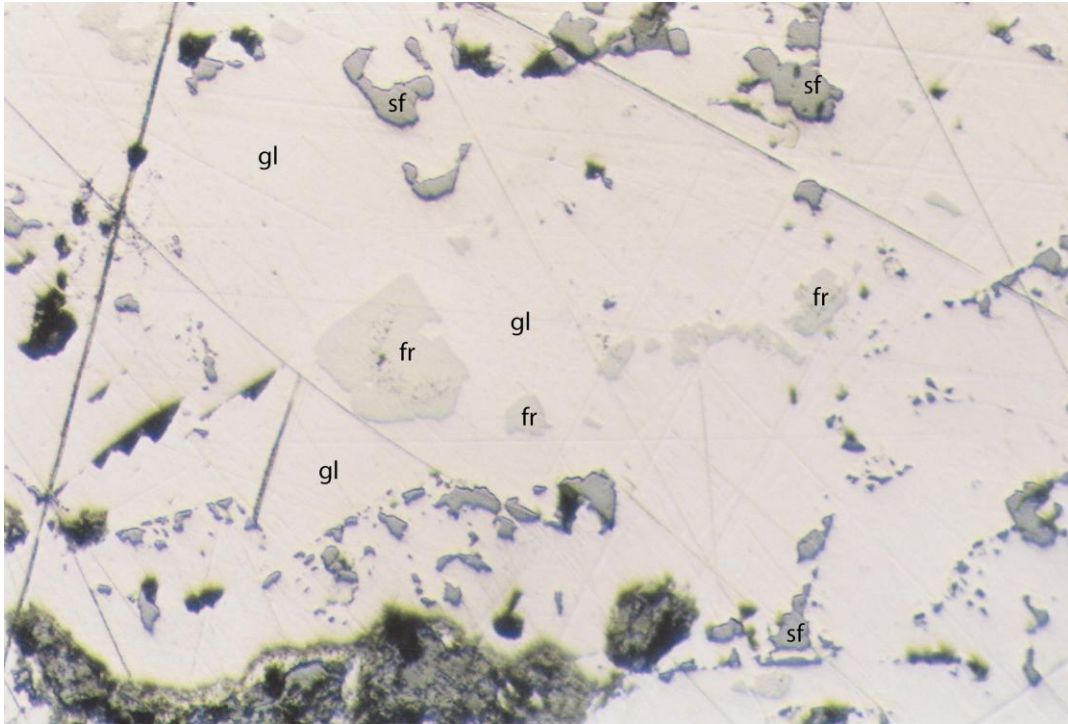
Şekil 4.1. Çalışma alanındaki 3 nolu damarın arazideki görünümü.



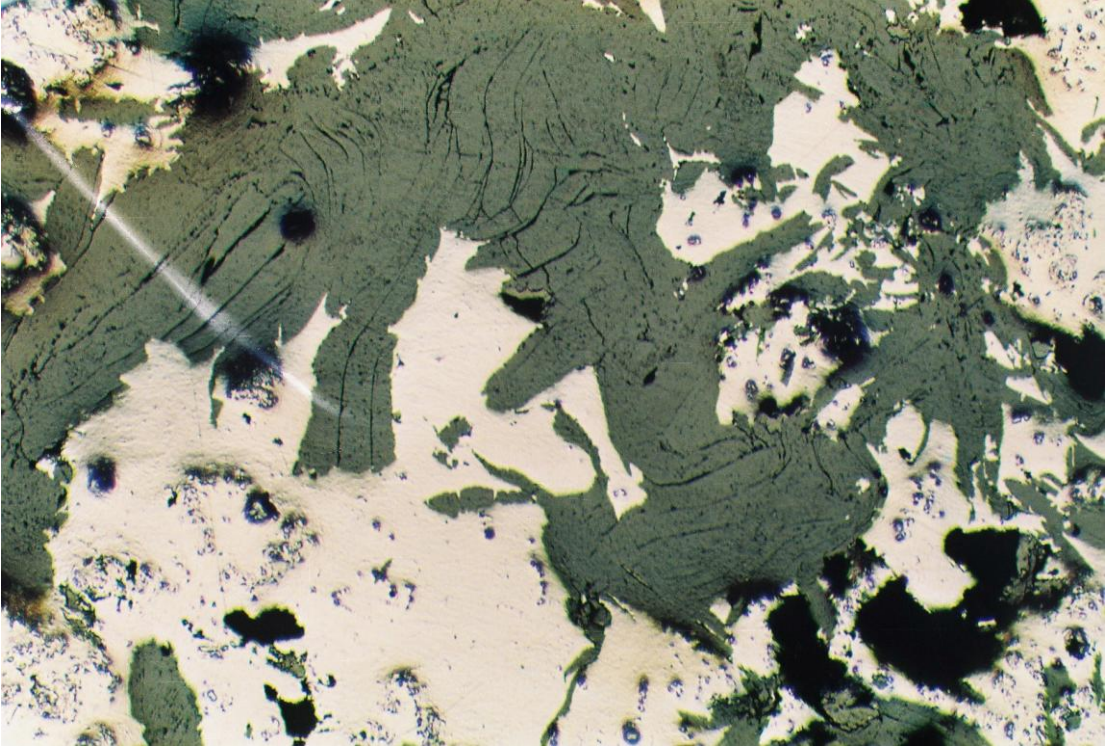
Şekil 4.2. Çalışma alanındaki 5 nolu damara ait yarmanın arazideki görünümü.



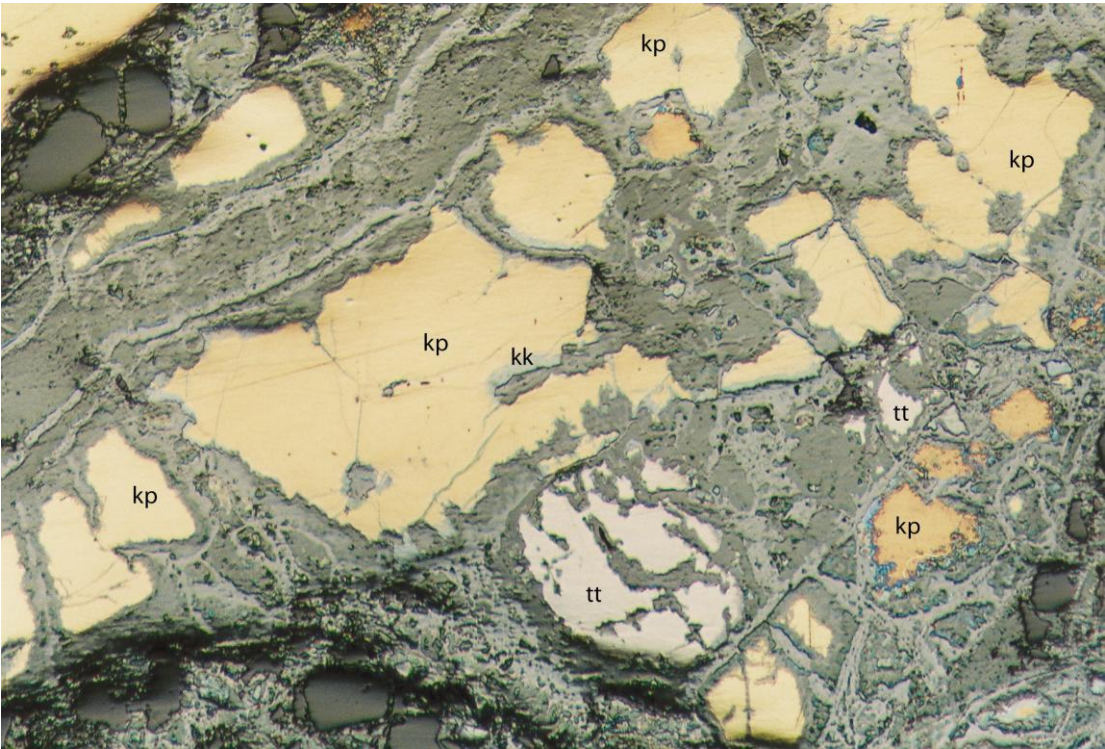
Şekil 4.3. Galen (gl), sfalerit (sf) ve frayberjitin (fr) mikroskoptaki görünümü (Ç.N.x200)



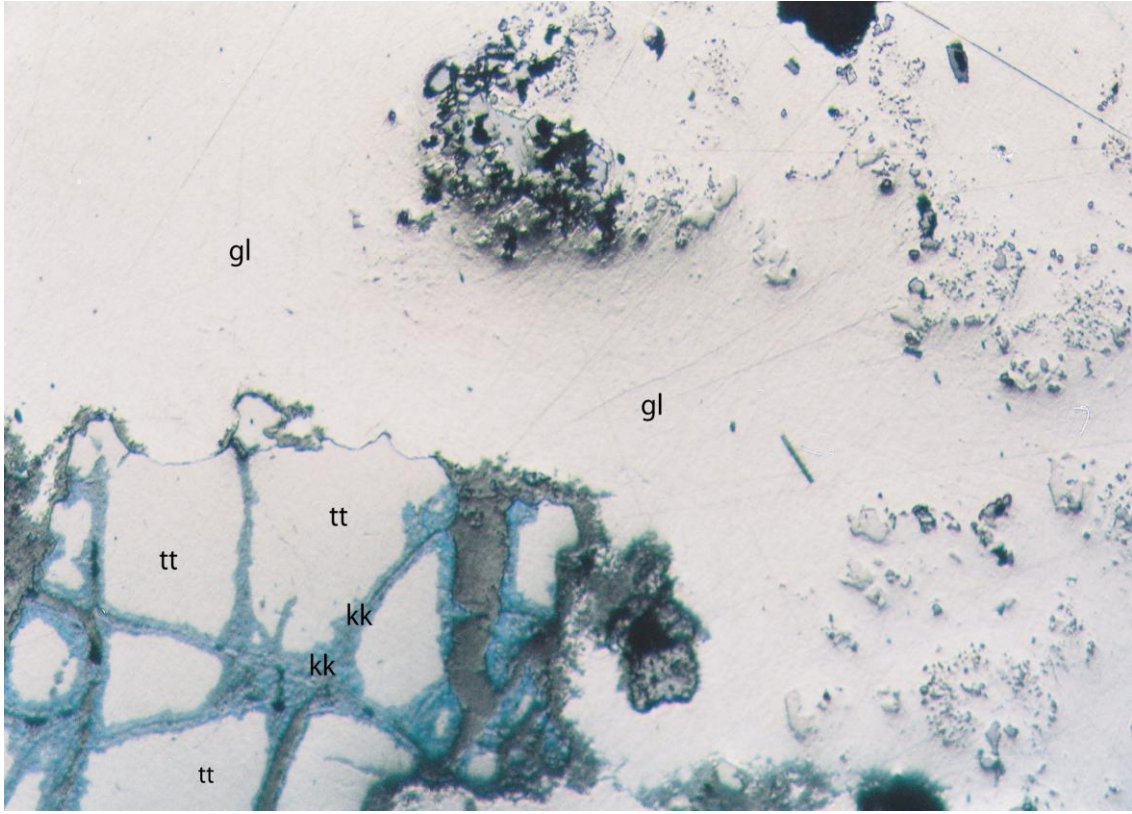
Şekil 4.4. Galen (gl) içerisindeki frayberjit (fr) ve sfaleritin (sf) görünümü (Ç.N.x200).



Şekil 4.5. Galen (açık kısımlar)ve bükümler halindeki barit (siyah) taneleri (Ç.N.x200).



Şekil 4.6. Kalkopirit (kp), tetrahedrit (tt) ve kovellin-kalkozin (kk) oluşumu (Ç.N.x200).



Şekil 4.7. Tetrahedritin (tt) kovellin-kalkozin (kk) oluşumu (Ç.N.x200).

5. CEVHER KİMYASI

Yöredeki cevherli damarlardan alınan 25 adet örneğin kimyasal analizi sonuçları Sağıroğlu ve Şaşmaz (2004)' dan alınmıştır. Kimyasal analizler iki değişik yöntemle Kanada Acme Analitik laboratuvarlarında yapılmıştır. I. yöntemle örnek Kral Suyunda çözündürülmüş ve ICP ile analiz edilmiştir. II. yöntem ise Nötron aktivasyon yöntemidir. Her iki yöntemde aynı örneklerde benzer değerler vermiştir.

Bölgedeki cevherli damarlara ait 25 adet örnekte 40 element için analiz yapılmıştır. Çalışma alanındaki cevherleşmelerin kimyasal analiz sonuçları bölgenin Pb, Zn, Ag, Sb, Cu, Cd, ve Ba açısından önemli olabileceğini göstermektedir. Özellikle Pb, Ag, Zn ve Sb içerikleri bu elementlerin ekonomik olarak işletilebilecek özelliklere sahip olduğunu göstermektedir. Pb değerleri birkaç örneğin dışında önemli zenginleşmeler sunmaktadır (Tablo 5.1). Bu değerler % 0.01 - 84.77 arasında değişmektedir. Bu değerler arasındaki önemli farklılığın nedeni

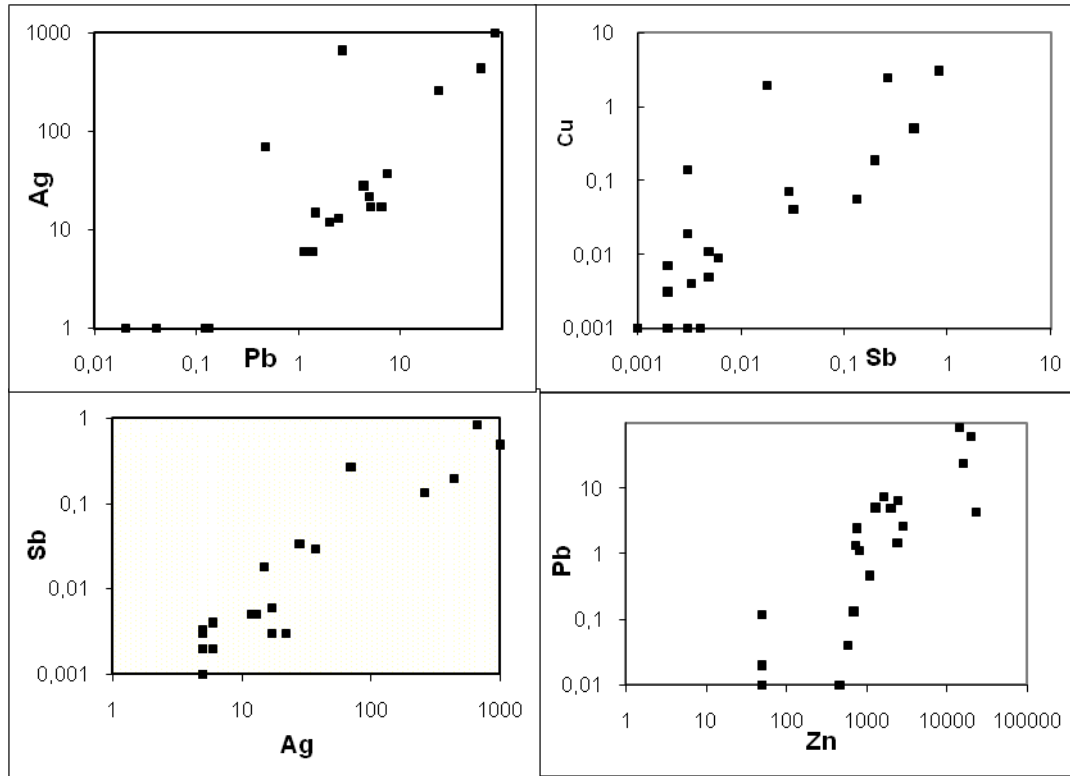
örneklerin sistematik olarak alınmadığı içindir ve bazı küçük değerler ise aplitik kayalar tarafından doldurulan damarların element içeriğinin belirlenmesi için alınmış örneklere aittir. Damarlardaki Pb yanında Ag zenginleşmesi de önemlidir. Ag değerleri bir kaç ppm'den 1000 ppm'e kadar çıkmaktadır. Mikroskopta frayberjit dışında gümüşlü faza rastlanmamıştır. Frayberjit ise sadece galen içerisinde yer almaktadır. Bu nedenle Ag-Pb korelasyon katsayısı ($r = 0.82$) oldukça yüksektir. Sb' nin de frayberjite bağlı olduğu Ag-Sb korelasyon katsayısının 0.86 olmasından anlaşılmaktadır. Cu-Sb yüksek korelasyon katsayısı fahlers minerallerinin varlığı nedeniyledir (Şekil 5.1). Zn, Pb'dan sonra en baskın bulunan metaldir ve 50 ile 23200 ppm arasında değerlere sahiptir (Şaşmaz ve Sağıroğlu, 1999). Elementler arasındaki korelasyon ilişkileri Şekil 5.1' de verilmiştir. Burada Pb ile Ag, Ag ile Sb, Cu ile Sb, Pb ile Zn elementleri arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Cevherleşmelerdeki elementler arasında belirgin bir ters ilişki gözlenmemektedir.

Tablo 5.1. Çolaklı cevherleşmelerine ait örneklerin kimyasal analiz sonuçları (Sağiroğlu ve Şaşmaz, 2004'den)

Smp.No	R25	R26	R27	R28	R36	R45	P21	P29	P30	P31	P32	P33	P 37	P39	P41	P43	P44	P46	P50	P51	P52	P53	C38	C42	C54
Au ppb	18	<5	<5	<5	<5	<5	13	<5	<5	<5	<5	223	12	22	<5	<5	<5	<5	25	<5	<5	11	256	98	6
Ag ppm	<5	<5	<5	<5	<5	<5	12	440	1000	<5	<5	260	17	37	<5	<5	<5	13	28	17	6	22	670	70	15
As ppm	15	6	4	31	10	4	9	36	100	21	2	28	8	44	43	14	24	10	19	11	4	9	1800	870	110
Sb ppm	20	20	10	10	30	10	50	1960	4840	40	10	1330	30	290	30	20	20	50	330	60	20	30	8190	2610	180
Cu ppm	10	10	10	10	10	10	110	1810	4910	10	10	560	190	710	40	10	70	50	410	90	30	1410	29620	24640	19320
Pb %	<.01	<.01	<.01	<.01	0.04	<.01	2.03	61.2	84.8	1.36	0.12	23.85	6.52	7.44	0.13	0.01	0.02	2.48	4.33	5.08	1.14	4.99	2.68	0.47	1.47
Zn ppm	20	30	30	460	591	30	990	20100	14300	726	25	16200	2460	1650	691	40	45	754	23200	1290	810	2010	2870	1090	2430
Ba ppm	360	470	700	1900	910	360	<100	60	3600	250	350	390	100	110	790	250	<100	1700	2300	3000	360	150	3100	<100	210
Cd ppm	<10	10	10	10	<10	<10	10	40	160	10	<10	50	10	20	10	<10	<10	10	200	10	10	30	290	10	40
Bi %	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	0.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	0.04	0.32	<.01
Ca %	2	<1	<1	<1	<1	<1	28	<1	<1	<1	2	3	29	21	5	<1	<1	23	17	26	32	29	23	<1	34
Fe %	13	0.8	0.6	14.2	1.3	0.2	1.1	0.3	0.4	0.7	0.4	0.5	1.1	0.9	7.1	0.9	1	2.3	1.1	2.4	1.1	1.9	1.4	7.3	4.1
Na %	1.59	1.81	1.22	0.05	0.05	0.12	0.05	1.39	2.12	0.22	3.14	0.89	0.05	0.05	0.05	0.65	2.58	0.86	0.05	0.05	0.05	0.05	6.1	0.05	0.05
Mn %	0.01	0.01	0.01	4.2	1.44	0.01	1.42	0.01	0.07	0.18	0.01	0.06	0.89	0.76	1.6	0.01	0.01	0.87	0.54	0.99	2.30	1.71	0.6	0.4	2.05
La ppm	82	28	6	23	7	1	25	<1	<1	<1	5	36	35	28	27	13	41	27	93	32	16	17	36	6	17
Ce ppm	93	39	8	29	<3	3	40	<3	<3	<3	9	100	50	<3	28	9	48	33	120	42	36	36	44	9	39
Nd ppm	17	9	<5	7	<5	<5	23	<5	<5	<5	<5	55	19	<5	8	<5	5	10	40	21	21	16	11	<5	25
Sm ppm	2.1	1.4	0.4	2	0.2	<5	3.6	<0.1	<0.1	<0.1	0.4	13	3.6	2.5	1.5	0.6	0.5	2.3	6.7	2.6	5.5	4.5	2.4	0.6	5.4
Eu ppm	0.5	0.4	0.2	1.1	<1	<0.2	1.5	<0.2	<0.2	<0.2	0.2	2.2	1.7	<0.2	0.8	<0.2	<0.2	0.9	2.9	1.2	2.9	2.4	1.1	0.5	3
Tb ppm	0.5	<0.5	<.5	<.5	<0.5	<0.5	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	2.8	0.6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.2	0.9	1.7	1	0.6	<0.5	<0.5
Yb ppm	1.4	1.5	0.6	1.2	<0.2	<0.2	5.3	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	9.3	3.3	<0.2	2.1	<0.2	1.1	2.1	3.6	3.4	6.1	3.5	2.4	<0.2	3.7
Lu ppm	0.19	0.24	0.1	0.2	<0.05	<0.05	0.86	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.17	0.52	<0.05	0.24	<0.05	0.14	0.36	0.58	0.57	0.81	0.57	0.45	<0.05	0.58

Tablo 5.2. Çolaklı cevherleşmelerine ait elementlerin korelasyon ilişkileri (Şaşmaz ve Sağıroğlu, 1999'dan).

	Au	Ag	As	Sb	Cu	Pb	Zn	Ba	Cd	Bi	Ca	Fe	Na	Mn
Au	1,00													
Ag	0,43	1,00												
As	-0,07	-0,08	1,00											
Sb	0,69	0,86	-0,07	1,00										
Cu	0,60	0,39	-0,07	0,73	1,00									
Pb	0,03	0,82	-0,08	0,45	-0,10	1,00								
Zn	0,24	0,51	-0,11	0,29	-0,10	0,67	1,00							
Ba	0,22	0,59	-0,12	0,56	0,21	0,34	0,29	1,00						
Cd	0,58	0,70	-0,08	0,81	0,53	0,32	0,52	0,68	1,00					
Bi	0,71	0,48	-0,10	0,81	0,67	-0,06	-0,10	0,43	0,74	1,00				
Ca	0,01	-0,14	-0,18	-0,10	0,17	-0,22	-0,11	0,14	0,12	0,18	1,00			
Fe	-0,10	-0,18	-0,08	-0,06	0,20	-0,22	-0,21	0,13	-0,15	-0,05	0,17	1,00		
Na	0,52	0,56	-0,10	0,71	0,43	0,16	0,03	0,35	0,60	0,76	-0,21	-0,26	1,00	
Mn	-0,10	-0,11	-0,07	-0,10	0,39	-0,11	-0,07	-0,10	-0,10	-0,10	0,44	0,24	-0,18	1,00



Şekil 5.1. Çolaklı Damarlarındaki bazı elementler arası korelasyon ilişkileri.

6. SIVI KAPANIM ÇALIŞMALARI

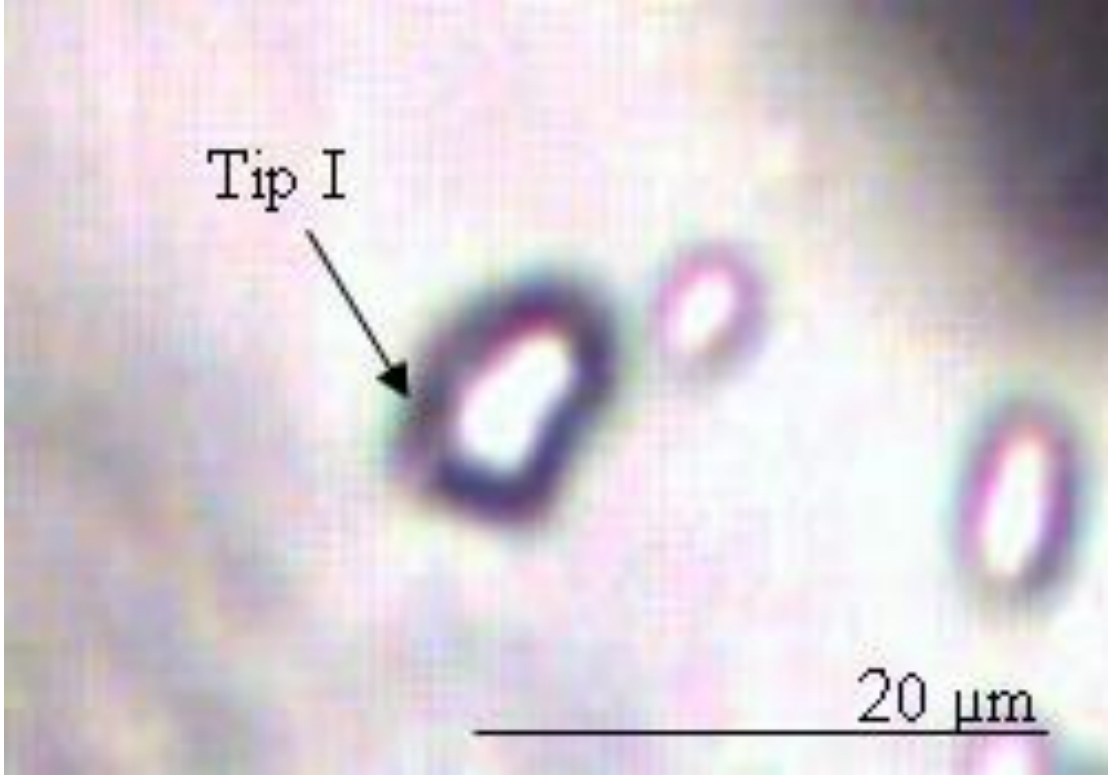
6. 1. Materyal ve Metod

Sıvı kapanım çalışmaları, Çolaklı Pb-Zn-Cu cevherleşmelerinin bulunduğu damarlardan alınan kuvars örnekleri üzerinde yapılmıştır. Bu amaçla yöredeki cevherli damarlardan yaklaşık 30 civarında örnek alınmıştır. Bu örneklerin kesitleri F.Ü. Jeoloji Mühendisliği Laboratuvarında hazırlanmıştır. Bu örneklerin sadece bir kısmında incelenebilir sıvı kapanımları gözlenmiştir. Sıvı kapanım incelemeleri Linkam THMS 600 ısıtma-soğutma sistemine sahip Nikon lobophotpol mikroskop kullanılarak Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi Başkanlığı Laboratuvarı'nda yaptırılmıştır. Donma noktasında kesinlik ± 0.5 °C olarak belirlenmiştir. Sistem -180 °C ve +700 °C sıcaklık aralığına sahiptir. 200 mikrometre kalınlığında iki yüzü parlatılmış kuvars örneklerinde mikrotermometrik incelemeler yapılmıştır. Kapanım boyutları 4-10 mikron arasında değişmektedir. Çolaklı Pb-Zn cevherleşmeleri civarında bulunan 5 adet kuvars damarından kuvars örnekleri alınarak kesitler hazırlanmıştır. Ancak 3 kuvars damarındaki kuvars örneklerinde incelenebilecek düzeyde sıvı kapanımlara rastlanmıştır ve toplam 36 adet kapanımda çalışılmıştır.

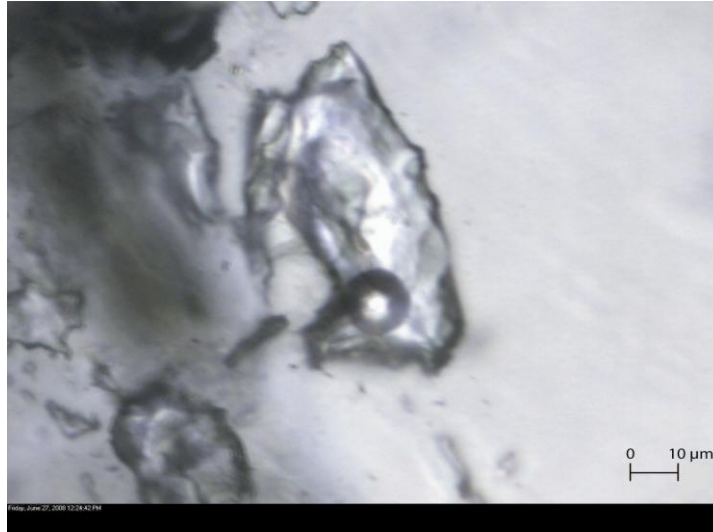
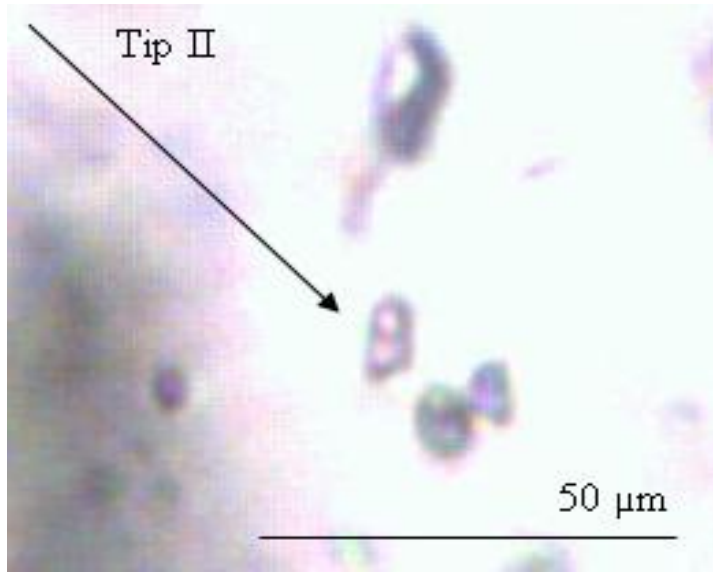
6. 2. Kapanımların Genel Özellikleri

Sıvı kapanımlar morfolojilerine göre birincil ve ikincil kapanımlar olmak üzere iki grup altında incelenmiştir. Birincil ve ikincil kapanım ayrımı Roedder (1984)'e göre yapılmıştır. Morfolojik özelliklerine göre 3 tip sıvı kapanım türü belirlenmiştir. Birinci tip sıvı kapanım türü %90 gaz faz içeren kapanımlar; ikinci tip sıvı kapanımlar %30 gaz, %70 sıvı faz içeren öz şekilli birincil kökenli kapanımlardır. Üçüncü tip kapanımlar ise %30 gaz, %70 sıvı faz içeren öz şekilsiz birincil kökenli kapanımlar olarak belirlenmiştir. Ayrıca çok sayıda

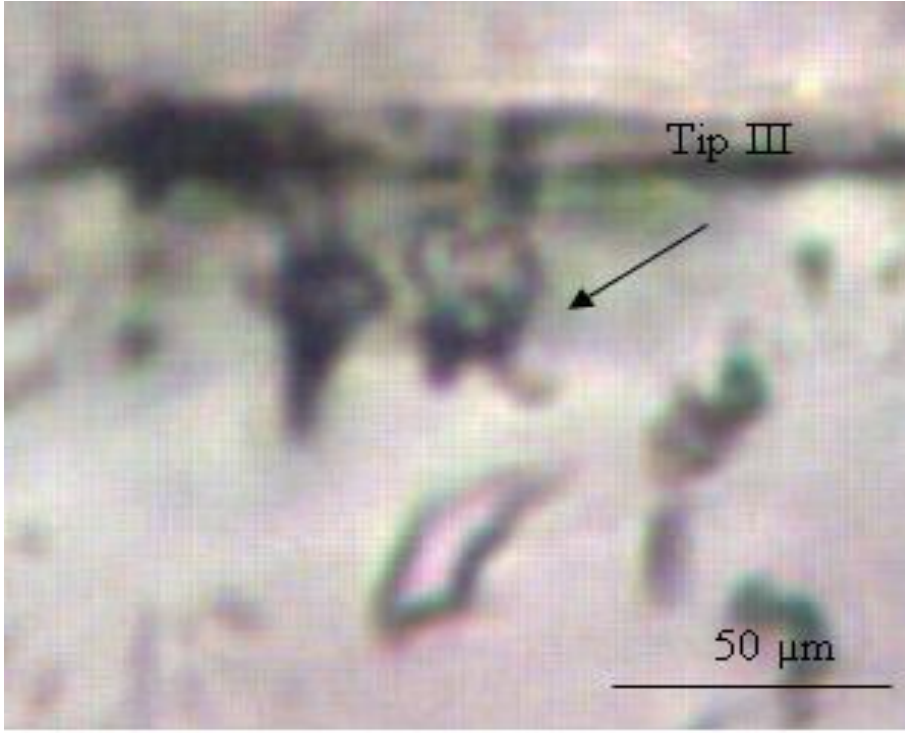
ikincil kökenli kapanımda kuvarslar içerisinde bulunmaktadır. Tablo 6.1’ de üç farklı damara ait oluşum sıcaklığı, son buz ergime sıcaklığı ve % NaCl eşdeğeri tuzluluk miktarları verilmiştir.



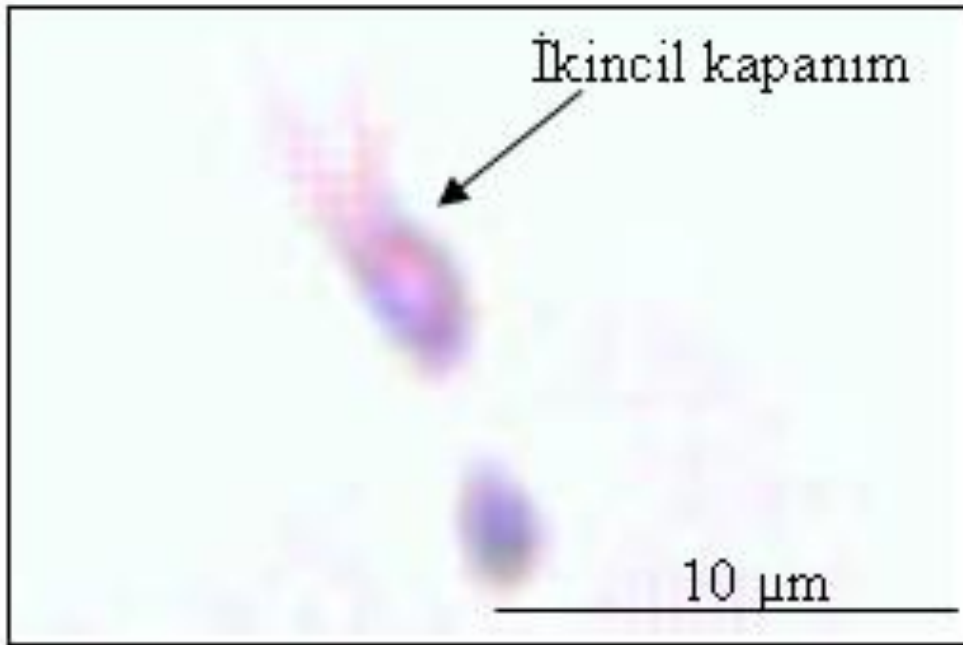
Şekil 6.1. Tek fazlı (gaz) kapanımlar (Tip I).



Şekil 6.2. İki fazlı öz şekilli kapanımlar (sıvı +gaz) kapanımlar (Tip II).



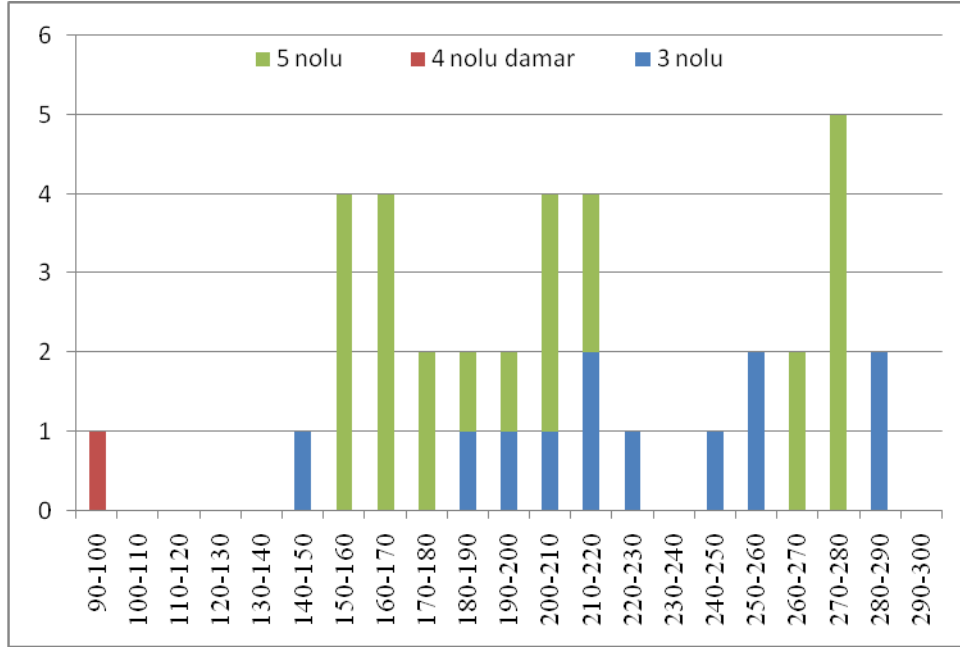
Şekil 6.3. İki fazlı (sıvı +gaz) şekilsiz kapanımlar (Tip III).



Şekil 6.4 İki fazlı (sıvı +gaz) ikincil kökenli kapanımlar ve necking down yapıları.

Tablo 6.1. Çolaklı Pb-Zn damarlarına ait sıvı kapanımlarda homojenleşme sıcaklığı (T_H (°C)), son buz ergime sıcaklığı (T_{ICM} (°C)) ve tuzluluk değerler (% NaCl eşdeğeri).

Damar No	T_H (°C)		T_{ICM} (°C)	% NaCl eşdeğeri
3 Nolu Damar	145		-2.8	4.65
	189		-2.4	4.02
	197		-2.2	3.71
	204		-2.1	3.55
	210		-1.8	3.06
	218		-1.7	2.89
	222		-1.1	1.90
	244		-0.8	1.39
	250		-0.5	0.88
	258		-0.4	0.70
	282			
	286			
4 Nolu Damar	100		-	-
5 Nolu Damar	150	202	-3.5	5.71
	155	203	-0.9	1.57
	157	205	-0,8	1.39
	158	210	-0.6	1.05
	160	215	-0.5	0.88
	162	265		
	164	267		
	167	270		
	170	274		
	177	276		
	185	277		
	195	279		



Şekil 6.5. Sıvı kapanımlarda belirlenen homojenleşme sıcaklıklarına ait histogram.

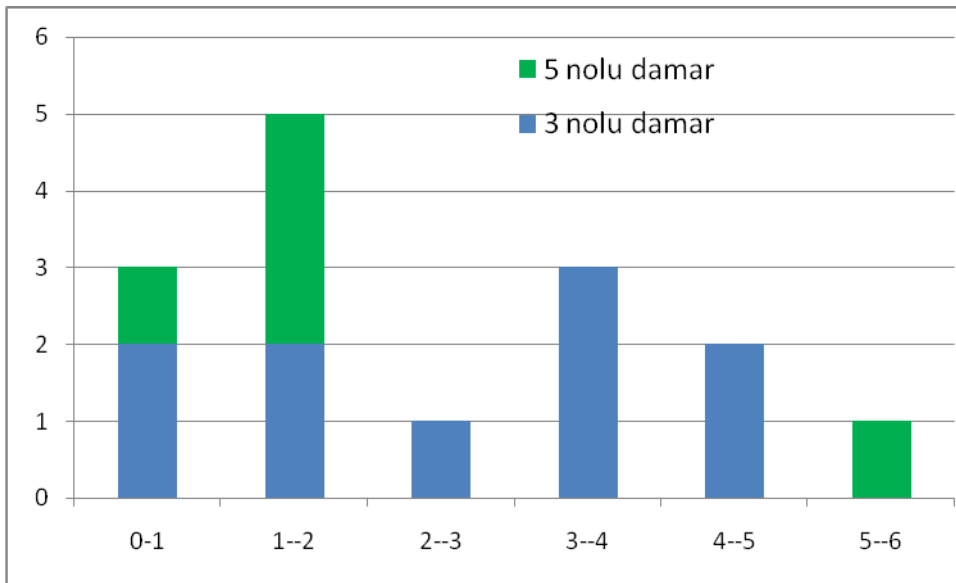
Mikrotermometrik ölçümlere göre 3 farklı tipteki sıvı kapanımlarda homojenleşme sıcaklık değerleri (T_H) 150 °C ile 279 °C arasında değişmektedir (Şekil 6.5).

Çalışma alanındaki birinci tip tek fazlı (% 90 gaz faz) kapanımların homojenleşme sıcaklık değerleri 150 -290 °C arasında saptanmıştır. Bu homojenleşme sıcaklık değerleri 150-220 ile 250-290 °C arasında iki topluluk oluşturmuştur. İkinci tip kapanımlarda (iki fazlı) ilk ergime (T_{ICE}^0C) sıcaklık değeri -0,8 °C olup buna karşılık gelen % NaCl eşdeğeri % 1.39 olarak Bodnar (1993) eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır. Şekil 6.6'da tuzluluk değerlerinin en fazla % 1-2 NaCl eşdeğeri tuzluluk arasında değiştiği görülmektedir. İki fazlı kapanımlarda ilk ergime (T_{ICE}^0C) değerleri -0,5 °C ile -0,9 °C arasında değişmektedir tuzluluk değeri ise % 0.88 ile % 1.57 NaCl eşdeğeri olarak belirlenmiştir. İki fazlı kapanımların tuzluluk oranları tek fazlı olanların tuzluluk oranlarına göre daha düşüktür. Örneğin 3 nolu damarda gözlenen

kapanımların homojenleşme sıcaklıkları 270-280 °C arasında, tuzluluk değerlerinin ise % 4.6 NaCl eşdeğeri tuzluluğa kadar yükselmektedir.

İki fazlı kapanımlarda sadece bir kesitte (5 nolu) ilk ergime sıcaklığı -3.5 °C, % NaCl eşdeğeri tuzluluk miktarı ise % 5.71' e çıkmaktadır. 3. Tip özşekilsiz kapanımlarda, ısıtma ve soğutma sisteminden kaynaklanan su ve gaz kaçışları olabileceği düşünüldüğünden mikrotermometrik incelemeye uygun görülmemiştir.

Sıvı kapanım çalışmalarının sonuçları değerlendirildiğinde, yöredeki cevherleşmeler 280-290 °C sıcaklıklarda oluşmaya başlamış, daha sonra ise 150-220 °C sıcaklıklarda oluşumunu tamamlamıştır. Yöredeki sıvı kapanımların tuzluluk değerleri oldukça düşüktür ve % 0.7-5.7 arasında tuzluluk değerlerine sahiptir. Bu değerler, böyle bir cevherleşmenin oluşumu için oldukça düşüktür. Ancak ulusal ve uluslararası literatürde görüldüğü gibi, benzer oluşumlara sahip pek çok cevherleşme de gözlenmektedir. Bu çalışmalar aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.



Şekil 6.6. Sıvı kapanımlarda belirlenen tuzluluk (% NaCl eşdeğeri) değerlerine ait histogram.

Ünal ve Gökçe (2007), Akgüney (Kabadüz-Ordu) damar tipi Cu-Pb-Zn yatağındaki kuvars kristallerinin oluşum sıcaklık değerlerinin 276 °C ile 349 °C (ortalama 307 °C) ve son evrelerdeki kuvarslarda 210 °C oluşum sıcaklığı; ortalama % 19 NaCl eşdeğeri tuzluluk değerleri saptanmıştır.

Efe ve Gökçe (1999) Maden köyü (İmralı-Sivas) çevresindeki Pb-Zn yataklarının sıvı kapanım incelemelerinde kuvars kristallerini erken evre ve geç evre olarak iki gruba ayırmış ve geç evre kuvarslarında tuzluluk değerlerinin ortalama % 3 NaCl eşdeğeri olduğunu belirtmiştir. Bu yazarlar aynı kuvars kristallerinde oluşum sıcaklık değerlerinin 182 °C kadar düştüğünü belirlemişlerdir.

Portekiz'in Bragança bölgesinde yer alan Sb-Pb-Q damarları Siluriyen fillitleri, Durico bölgesindeki Sb-Au-Q damarları ise Kambriyen şist-metagrovak kompleksi içerisine yerleşmiştir. Bu yataklar 19. Yüzyıldan beri işletilmektedir ve bu yatakların mineralojik ve kimyasal özellikleri birbirine çok benzerdirler. Cevheri oluşturan sıvıların farklı süreçlerle oluştuğunu, erken evre çözeltilerin (sıvı+CO₂) 340-290 °C, sulu sıvıların 320-230 °C, son sıvıların ise 225-128 °C arasındaki sıcaklıklarda oluşmuşlardır. Yöredeki yatakların tüm dönemlerindeki tuzluluk değerleri % 2 NaCl' e sahiptir. Ancak kuvars damarlarının oluşum sürecinde farklı kökenli sıvılardan kaynaklanan CO₂ miktarında önemliler farklılıklar gözlenmiştir (Neiva vd., 2008).

Rapakivi (Brezilya) bölgesindeki Sn' ca zengin polimetallik yataklar, geç evre Rapakivi feldispatlı granitlerle ilişkilidir. Yöredeki yataklar Oriente Novo, Correas ve Santa Barbara bölgelerinde baca, damar ve stokwork şeklinde gözlenmektedir. Bölgedeki ilk iki yatakta, iki tip sıvı kapanım gözlenmektedir. Bunlardan birincisi, 245-450 °C sıcaklıkta ve düşük-orta derece tuzlulukta (% 0-19 NaCl) ve yoğun CO₂ içeren; ikinci tip kapanımlar ise, 100-340 °C sıcaklıkta, düşük ve orta tuzlulukta (% 0-14 NaCl) ve düşük CO₂ içeren kapanımlardır. Bu

bölgelerdeki geç evre kapanımlar ise daha düşük tuzluluğa (% 0-6 NaCl eşdeğeri) ve homojenleşme sıcaklığına (100-260 °C) sahiptir. Santa Barbara yataklarındaki erken evre kapanımları iki tipe ayrılmıştır ki bunların ilki düşük tuzlulukta (% 5-14 NaCl), değişebilir oranda CO₂ içeren ve 340-390 °C homojenleşme sıcaklığına sahip, ikinci tip ise düşük tuzlulukta (% 0-3 NaCl eşdeğeri), 320-380 °C homojenleşme sıcaklığına sahip sulu çözeltilerdir. Bölgedeki sıvı kapanım ve duraylı izotop çalışmaları üç tür sıvıyı işaret etmektedir. Bunlar; (1) granitlerle ilişkili erken evre ortomagmatik, (2) karışık ortomagmatik-meteorik ve (3) geç evre hidrotermal meteorik sıvılardır. Bunlardan ilk iki kapanım tipi, yörede gözlenen önemli sülfid cevherleşmelerini meydana getiren çözeltiler olarak kabul edilmektedir (Bettencourt vd., 2005).

Arapacun (Çanakkale) Pb-Zn-Cu-Ag yatağı, kalkalkalen intrusif magmatik kayaçlarla kontak oluşturan, diyabaz ve metakumtaşları içerisinde hidrotermal damarlar şeklinde gözlenmektedir. Yöredeki yatlardan alınan kuvars ve sfalerit örnekleri üzerinde sıvı kapanım çalışmaları yapılmıştır. Sıvı kapanımlar ın sadece bir kaçı sıvı ve buharca zengin kapanımlardır. Bu kapanımların homojenleşme sıcaklıkları 242 ile 438 °C arasında geniş bir aralıkta değişmektedir. Kuvarslar içerisindeki kapanımlar % 6.3, sfalerit içindekiler ise % 4.3 NaCl eşdeğeri tuzluluk değerlerine sahiptir. Yöredeki çözeltilerin kaynağının ise yüksek tuzluluğa sahip magmatik sular ile meteorik sular girişimi sonucu oluşmuş kısmen düşük tuzluluğa sahip sıvılar olduğu belirtilmiştir (Orgün vd., 2005).

Qaleh-Zari (İran) Cu yatakları, Horasan'ın güneyinde yer almaktadır ve damar tipi polimetalik bir yataktır. Yataklar Paleosen yaşlı andezitik-bazaltik kayaçlar içerisinde breşik yapıda ve fay zonlarını doldurur şekilde gözlenmektedir. Cevherli zonlardaki kuvarslar üzerinde sıvı kapanım çalışmaları yapılmış, 160-300 °C arasında homojenleşme sıcaklığına ve % 1-4 arasında NaCl eşdeğeri tuzluluk değerleri saptanmıştır. Benzer şekilde, aynı kuvars

örnekleri üzerinde oksijen, sülfürlü örnekler üzerinde ise kükürt izotop çalışması yapılmıştır. Bunların sonucunda, cevherleşmeye neden sıvıların meteorik, kükürt için ise magmatik kökenli olabileceği işaret edilmiştir (Hassan-Nezhad ve Moore, 2006).

Cobre-Babilonia (Meksika) polimetalik epitermal damar sistemleri, yöredeki hidrotermal sistemin parçası şeklindedir. Damarlar, yer yer 3 km uzunluğunda ve 900 m. derinliğe sahiptir. Sıvı kapanımlar kuvars, sfalerit ve kalsitler üzerinde yapılmıştır. Örnekler 160-290 °C homojenleşme sıcaklığına, % 0.8-6 ile 7-15.6 olmak üzere iki topluluklu NaCl eşdeğeri tuzluluk değerlerine sahiptir. Sıvı kapanım ve duraylı izotop verileri, bu çözeltilerin kaynağının magmatik ve meteorik kökenle uyumlu olduğunu göstermiştir (Camprubí vd., 2006a).

El Barqueño (Jalisco-Meksika) polimetalik (Au-Ag-Cu-Zn-Pb) epitermal damarları granitoyitler ile ilişkili olarak gözlenmektedir. Cevherleşme bölgede iki dönemde; I. Dönemde genellikle baz metaller, ikinci dönemde ise kuvars bantları ve değerli metal cevherleşmeleri oluşmuştur. Bu damarlarda yapılan sıvı kapanım çalışmaları, cevherli çözeltilerin 101-252 °C arasında homojenleşme sıcaklığına, % 0.2-19.1 arasında değişen NaCl eşdeğeri tuzluluk değerlerine sahip olduğunu göstermektedir. Tuzluluk değerleri ya % 3' ün altında ya da % 10' üzerinde olan ikili bir dağılım göstermektedir. Bu ikili dağılım, cevherli çözeltilerin magmatik ve meteorik gibi iki farklı kaynaktan beslenmiş olabileceğini yansıtmaktadır (Camprubí vd., 2006b).

Fresnillo (Meksika) epitermal damarları dünyanın en önemli Ag (469 g/t; Au 0.67 g/t) üretilen sahalarından bir tanesidir. Damarlar Mesozoyik denizel sedimanter ve metasedimanter kayalar içerisinde yer almaktadır. Damarlara ait örneklerin sıvı kapanım çalışmaları 200-383 °C homojenleşme sıcaklığı, % 0.1 ile 4.2 arasında da NaCl eşdeğeri tuzluluk vermiştir (Camprubí vd., 2009).

Neves Corvo (Portugal) massif sülfid yatağı içerisinde sülfidlerle kuvars iç içe gözlenmektedir (Moura, 2008). Sıvı kapanımlar kuvars taneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kapanımların homojenleşme sıcaklıkları 160-170 °C ve 220-280 °C arasında iki topluluk oluşturmuştur. Tuzluluk değerleri ise % 2-10 arasında değişmektedir (Moura, 2008).

Elura Zn–Pb–Ag (Avustralya) massif sülfid yatakları Erken Devoniyen sedimanter kayalar içerisinde yer almaktadır. Silikalı cevherden alınan birincil kuvars örnekleri üzerinde sıvı kapanım çalışmaları yapılmış, basit sıvı-buhar-düşük tuzluluğa sahip kapanımlar gözlenmiştir. Bu kapanımlarda % 3.8–9 ile düşük ve 5-41.7 arasında yüksek tuzluluğa sahip kapanımlar saptanmıştır. Kapanımların ortalama homojenleşme sıcaklığı ise 320 °C’ dir (David, 2008).

Plomosas-Rosario (Meksika) yatakları, andezitik-trakitik kayalar içerisinde damarlar halinde gözlenmektedir. Bu damarlar erken bir sülfitleşme döneminde gelişmiştir. İlk dönem düşük sülfitleşme dönemidir ve bu dönem de baz metal sülfidler, ikinci dönem ise gümüş sülfidler ve sülfotuzlarca zengin damarlar gelişmiştir. I. Dönem daha derin zonlarda, II. Dönem ise daha sığ bölgelerde gözlenir ve cevherleşmelerin tuzluluk değeri % 7-12 ve 0.2-3.5 NaCl eşdeğeri tuzluluk değerlerine sahiptir. Homojenleşme sıcaklıkları yüzeye yakın bölgelerdeki damarlarda ortalama 120 °C, daha derin bölgelerdeki damarların ise yaklaşık 200 °C civarındadır (González-Partida vd., 2006).

Akdağmadeni çevresindeki granitoyitlere bağlı fluorit cevherleşmeleri incelenmiştir. Bu fluoritler bölgede hem granitoyitlerin kantağında skarn, hem de granitoyitlerin içerisinde damarlar şeklinde gelişmiştir. Bu fluoritler üzerinde sıvı kapanım çalışmaları yapılmış, skarn tipinde fluoritlerin homojenleşme sıcaklıkları 390-430 °C, % 8-12 NaCl eşdeğeri tuzluluk, damar tipinde olanlar ise 156-185 °C sıcaklığa ve % 12-23 NaCl eşdeğeri tuzluluk değerlerine sahiptir. Bu sonuçlar da göstermektedir ki skarn tipini oluşturan cevherli çözeltiler, daha sıcak

ancak daha az tuzluluğa sahiptir. Damar tipinde gelişenler ise daha düşük sıcaklıkta ancak daha yüksek tuzlulukta oluşmuşlardır (Şaşmaz vd., 2005).

6. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Çolaklı cevherleşmeleri bölgede geniş alanlar kaplayan Elazığ Magmatitleri içerisinde damarlar halinde gözlenmektedir. Bu cevherleşmelerin dışında, çalışma alanı güneybatısında damar tipi Kızıldağ (Sağiroğlu, 1986), batısındaki Billurik Dere (Şaşmaz ve Sağiroğlu, 1990) ve güneyinde Harput Pb-Zn-Cu cevherleşmeleri (Kalender ve Bölücek, 2007) ile Elazığ Mağmatitleri Keban Metamorfikleri kantağında gözlenen Demürek (Sağiroğlu, 1993), Kanatburun (Altunbey, 1996) ve Meşeli (Akgül ve Şaşmaz, 1996) skarn tipi cevherleşmeleri görülmektedir.

Çolaklı cevherleşmeleri Elazığ Magmatitleri'ne ait diyoritik kayalar içerisinde, K10-60° B doğrultulu, eğimleri düşey yakın kırık zonlarına yerleşmiş damar tipi cevherleşmelerdir. Damarların kalınlıkları 0.5 - 3.5 m., uzunlukları ise 250 ile 800 m. arasında değişmektedir. Damarlar ve çevresinde yaygın olarak silisleşme, kaolenleşme ve karbonatlaşma gibi alterasyonlar gözlenmektedir. Buradaki damarlarda galen, sfalerit, frayberjit, pirit, kalkopirit, kübanit, tetraedrit, barit ve kovellin-kalkozin gibi cevher mineralleri gözlenmektedir. Yörede cevherler, daha çok kuvars damarları içerisinde görülmektedir. Cevherli örneklerin kimyasal analizleri sonuçları buradaki cevherleşmelerin Pb, Ag, Zn ve Sb açısından önemli ve ekonomik olabileceğini göstermiştir.

Çolaklı cevherleşmeleri, granitik intrüzyonun yükselimi sırasında, intrüzyondan kaynaklanan hidrotermal çözeltilerin, diyoritik kayalar içerisindeki kırık ve çatlak sistemlerini doldurması sonucu oluşmuş damar tipi cevherleşmelerdir (Sağiroğlu ve Şaşmaz, 2004).

Çolaklı cevherleşmeleri içerisinde gözlenen kuvars damarlarında yapılan sıvı kapanım çalışmalarında 3 farklı tip kapanım saptanmıştır ve bu kapanımların homojenleşme sıcaklıkları (T_H) 150 °C ile 286 °C arasında değişmektedir. Sıvı kapanım çalışmalarının

sonuçları değerlendirildiğinde, yöredeki cevherleşmeler 286 °C sıcaklıkta oluşmaya başlamış, daha sonra ise 150-220 °C sıcaklıklarda oluşumunu tamamlamıştır. Tek fazlı birincil kapanımlar 150-220 °C arası sıcaklıklarda sıkça gözlenmektedir. Bu da cevherleşmelerin esas oluşum aralığının bu sıcaklıklar olabileceğini düşündürmektedir. Yöredeki sıvı kapanımların tuzluluk değerleri oldukça düşüktür ve % 0.7-5.7 arasında değişmektedir. Bu değer, böyle bir cevherleşmenin oluşumu için oldukça düşüktür ancak bu sıcaklık ve tuzlulukta pek çok damar tipi cevherleşme de oluşabilmektedir (Camprubí vd., 2006a,b; González-Partida vd., 2006; David, 2008; Moura, 2008; Camprubí vd., 2009). Yöredeki cevherleşmeler, granitik intrüzyondan kaynaklanan magmatik kökenli metal taşıyan çözeltilere, damarlara taşınması sırasında önemli oranda meteorik kökenli suyun karışmış olabileceğini, dolayısıyla da magmatik kökenli suları seyrelterek tuzluluklarını düşürmüş olmalıdır.

7. KAYNAKLAR

- Akgül, B., 1993, Piran Köyü çevresindeki magmatik kayaların petrografik ve petrolojik özellikleri, F.Ü. Fen Bil. Ens., Doktora Tezi (yayınlanmamış), 128 s. Elazığ.
- Akgül, B. ve Şaşmaz, A. 1996, Elazığ kuzeyinde piemontozomatik oluşuklar ve ilişkili Fe-Ti cevherleşmeleri. Türkiye Jeoloji Bülteni, C.39, S.2, 39-49.
- Aksoy, E., 1994, Pertek çevresinin jeolojik özellikleri ve Bindirme fayı. F.Ü. Fen ve Müh. Bil. Derg., 6, 2, 1-18. Elazığ.
- Aktaş, G. ve Robertson, A.H.F., 1984, The Maden Complex, S.E. Turkey: Evolution of a Neotethyan active margin, Geology Society of London Special Publication, 17, p.372-402.
- Altunbey, M., 1996, Tuzbaşı-Kanatburun-Ayazpınarı (Pertek-Tunceli) yöresindeki demir cevherleşmelerinin jeolojisi ve kökeni, F.Ü. Bil.Ens. Doktora Tezi(yayınlanmamış) 186 s, Elazığ.
- Altunbey, M. ve Bölücek, C. 2004. Oymaağaç (Elazığ) Çevresinde Magmatik Kayaçlar İçindeki Hidrotermal Alterasyon Zonlarında Element Dağılımı, Geosound/Yerbilimleri Dergisi, 44-45, 111-123.
- Asutay, H.J, 1985. Baskil (Elazığ) çevresinin jeolojik ve petrografik incelenmesi. Doktora Tezi. A.Ü.Fen Bil. Enst. (yayımlanmamış) Ankara.
- Avşar, N., 1983, Elazığ yakın kuzeybatısında stratigrafik ve mikropaleontolojik araştırmalar, F.Ü. Bil. Ens. Doktora Tezi, (yayınlanmamış), 84 s, Elazığ.
- Bettencourt, J.S., Leite, W.B., Claudio, Jr., Goraieb, L., Sparrenberger, I., Bello, R.M.S., Payolla, B.L. 2005. Sn-polymetallic greisen-type deposits associated with late-stage

- rapakivi granites, Brazil: fluid inclusion and stable isotope characteristics. *Lithos* 80, 363-386.
- Bingöl, A.F., 1984, Elazığ-Pertek-Kovancılar (Doğu Toroslar) yöresinin jeolojisi. *Toros Jeolojisi Uluslararası Simpozyumu, Tebliğler*. Ankara.
- Bölücek, C. ve Sağiroğlu, A. 1997. Baskil çevresinde kuvars damarlarına bağlı cevherleşmeler ve Baskil magmatitleri-Cevherleşme ilişkileri. *F.Ü. Fen ve Müh. Bilimleri Dergisi* 9 (1), 17-31.
- Camprubí, A., González-Partida, E., Torres-Tafolla, E. 2006a. Fluid inclusion and stable isotope study of the Cobre-Babilonia polymetallic epithermal vein system, Taxco district, Guerrero, Mexico. *Journal of Geochemical Exploration* 89, 33–38.
- Camprubí, A., González-Partida, E., Iriondo, A. 2006b. Mineralizing fluids of the shallow epithermal Au–Ag deposits of the El Barqueño district, Jalisco, Mexico. *Journal of Geochemical Exploration* 89, 39–4.
- Camprubí, A., González-Partida, E., Saldívar, D., Alfonso, P., Canet, C. 2009. Fluid inclusion and S isotope study in the San Carlos epithermal vein of the Fresnillo district, Zacatecas, Mexico. *Journal of Geochemical Exploration* 101, 19.
- David, V., 2008. Structural–geological setting of the Elura-Zn–Pb–Ag massive sulphide deposit, Australia. *Ore Geology Reviews* 34, 428–444.
- Gerçek, E. 1996. Nazaruşığı (Baskil-Elazığ) hidrotermal kuvars damarlarını ile ilgili cevherleşmeler. *F.Ü. Fen Bilimleri Ens. Yüksek Lisans Tezi* 51 s. (yayınlanmamış).
- Gökçe, A. 2000. Maden Yatakları. Cumhuriyet Üniversitesi Yayın No: 85, 335 s. Sivas.
- Giles, A.D., Marshall, B., 2003. Genetic significance of fluid inclusions in the CSA Cu–Pb–Zn deposit, Cobar, Australia. *Ore Geology Reviews* 24, 241–266.

- González-Partida, E., Camprubí, A., González-Sánchez, F., Sánchez-Torres, J. 2006. Fluid inclusion study of the Plomositas–Los Arcos polymetallic epithermal vein tract, Plomositas district, Sinaloa, Mexico. *Journal of Geochemical Exploration* 89, 143–148.
- Hassan-Nezhad, A.A., Moore, F. 2006. A stable isotope and fluid inclusion study of the Qaleh-Zari Cu–Au–Ag deposit, Khorasan Province, Iran. *Journal of Asian Earth Sciences* 27, 805–818.
- İnceöz, M., 1995, Harput (Elazığ) yakın kuzeyi ve doğusunun tektonik özellikleri, Doktora Tezi. F.Ü. Fen Bil. Enst. 112s. (yayımlanmamış).
- Jiang, Z., Sun, Y., Seccombe, P.K., 2000. Significance of fluid inclusions within sulphide minerals – an example from the Peak and Elura Deposits, Cobar, NSW. Abstract AGS Conference 29, 171.
- Kalender, L. ve Bölücek, C. 2007. Environmental impact and drainage geochemistry in the vicinity of the Harput Pb-Zn-Cu veins, Elazığ, SE Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 16, 241-255.
- Kişman Sumru, Harput -Elazığ magmatitleri ile ilişkili Cu-Pb-Zn cevherleşmelerinde sıvı kapanım incelemeleri. F.Ü. Fen Bilimleri Yüksek Lisans tezi, 75 s.
- Kamvong, T., Zaw, K. 2009. The origin and evolution of skarn-forming fluids from the Phu Lon deposit, northern Loei Fold Belt, Thailand: Evidence from fluid inclusion and sulfur isotope studies. *Journal of Asian Earth Sciences* 34, 624–633.
- Moura, A. 2008. Metallogenesis at the Neves Corvo VHMS deposit (Portugal): A contribution from the study of fluid inclusions. *Ore Geology Reviews* 34, 354–368.
- Naz, H., 1979, Elazığ-Palu dolayının jeolojisi, TPAO arşivi rap no:1360, (yayımlanmamış).
- Nash, J.T. 1976. Fluid Inclusion Petrology- Data from Porphyry Copper Deposits and Applications to Exploration. *Prof. Pap. 907-D, U.S. Geol. Surv.*, Washington.

- Neiva, A.M.R., Andr  s, P., Ramos, J.M.F., 2008. Antimony quartz and antimony–gold quartz veins from northern Portugal. *Ore Geology Reviews* 34, 533–546.
- Orgun, Y., Gultekin, A.H., Onal, A. 2005. Geology, mineralogy and fluid inclusion data from the Arapucan Pb–Zn–Cu–Ag deposit, Canakkale, Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences* 25, 629–642.
- Sa  iro  lu, A. 1986. Kızılda   (Elazı  ) cevherle  melerinin özellikleri ve k  keni. *Jeoloji M  hendisli  i Bülteni* 29,5-13.
- Sa  iro  lu, A. ve Preston, R.M.F.,1987, Ore Mineralogy of Kızılda   Pb-Zn veins-with a special emphasis on the composition of the tetrahedrites,*Journal of Fırat University*,V.2,83-94.
- Sa  iro  lu, A., 1992, Pertek-Dem  rek (Tunceli) skarn tipi manyetit ve ili  kili bakır cevherle  meleri, *TJK Bülteni* 35, 63-70.
- Sa  iro  lu, A. ve   a  maz, A., 2004. Mineralogy and geochemistry of the argentiferous Pb and Cu veins of the Çolaklı area, Elazığ, Eastern Turkey, *J. of Asian Earth Science* 23/ 1, 37-45.
- Şaşmaz, A. ve Sağiroğlu A.,1990, Bill  rik dere (Elazığ) cevherleşmelerinin özellikleri ve kökeni, *MTA Dergisi* 110, 45-54.
- Şaşmaz, A. ve Sağiroğlu, A., 1999.   olaklı (Harput-Elazığ) damar tipi Pb-Zn cevherleşmelerinin jeolojisi, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 42/2, 17-24.
- Sasmaz, A., Yavuz, F., Sağiroğlu, A., Akgul, B. 2005. The Geochemical Patterns of the Akdagmadeni (Yozgat, Central Turkey) Fluorite Deposits and Implications, *Journal of Asian Earth Science*, 24, 469-479.
- Seccombe, P., 1990. Fluid inclusion and sulphur isotopes evidence for syntectonic mineralization at the Elura Mine, southeastern Australia. *Min. Dep.* 25, 304–313.

- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y. 1983, Türkiye' de Tetis'in evrimi: Levha tektoniği açısından bir yaklaşım, T.J.K. Yerbilimleri özel dizisi no, 1, 75 s.
- Tatar, Y., 1987, Elazığ bölgesinin tektonik yapıları ve Lanstad fotoğrafları üzerinde yapılan bazı gözlemler, H.Ü.Yer Bil. Uygulama ve Araş. Merkezi Bülteni 14, 295-308.
- Tuna, E., 1979, Elazığ-Palu-Pertek bölgesinin jeolojisi, TPAO Rap.no: 1362 (yayınlanmamış).
- Turan, M., Aksoy, E. ve Bingöl, A.F.,1993, Doğu Torosların Jeodinamik evriminin Elazığ civarındaki Özellikleri: H.Ü. Yerbilimleri 25. Yıl Semp. Bildiri Özleri, s. 5-6.
- Tüfekçi, Ş. ve Dumanlılar, Ö. 1994. Malatya İspendere-Kız Mehmet ve Baskil Nazaruşağı arasında görülen cevherleşmelerin genel görünümü ve maden jeolojisi çalışmaları. MTA Rapor No: 9736, 132 s (yayınlanmamış).
- Türkyılmaz, B. ve Şaşmaz, A. 1999. Cansızhimik-Galuşağı-Topalkem (Baskil-Elazığ) köyleri arasındaki alanın toprak jeokimyası, Hacettepe Üniversitesi, Yerbilimleri Dergisi, 22, 129-136.
- Yazgan, E., 1984. Geodynamic evolution of the Eastern Taurus region. Int. Symp.the Geology of the Taurus Belt. Bildiriler, 199 - 208, Ankara.
- Yazgan, E. ve Chessex, R., 1991, Geology and tectonic evolution of the Southeastern Taurides in the Region of Malatya: T.P.J.D. Bült. 3, 1, 1-41.